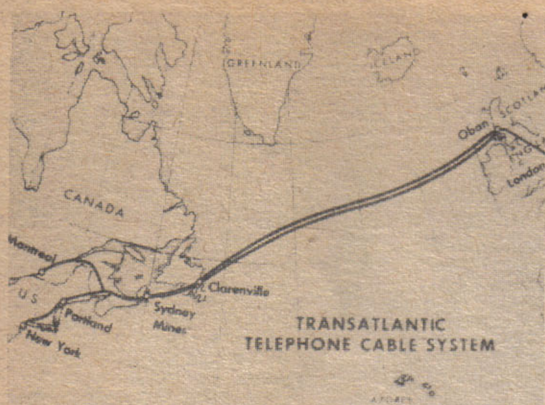


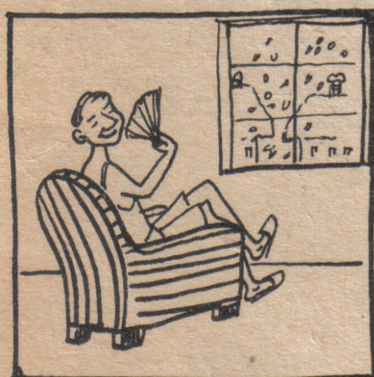
ROK 6 NR 16 (101)
GRUDZIEŃ 1956 R.
CENA ZŁ 2,50



o transatlantyckim kablu



o szczytach i dolinach w energetyce



o ogrzewaniu mieszkań

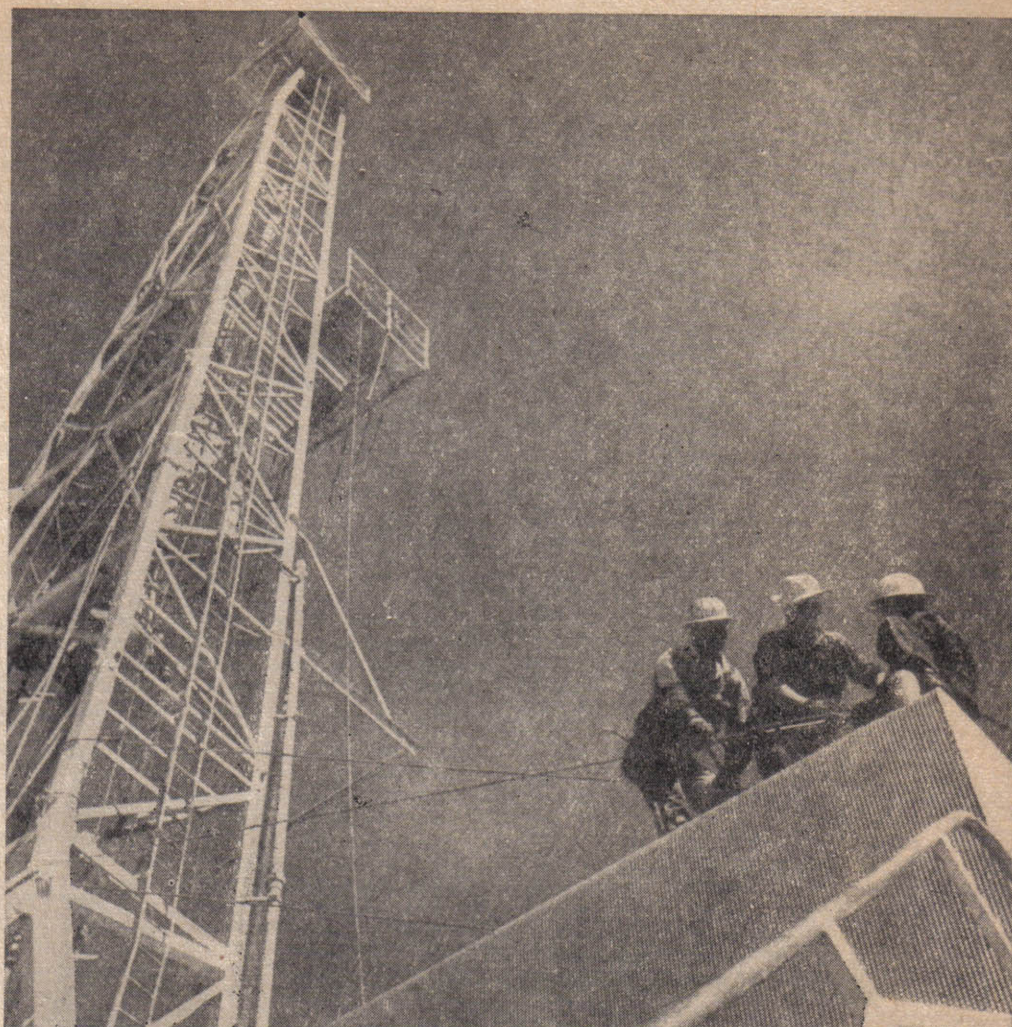


o odrzutowym „Bocianie"

W numerze:

Do numeru dołączona jest wkładka „Młody Konstruktor" („Silniczek do roweru" — dokończenie — opr. inż. S. Poraziński i inż. E. Kamiński).

Okładka I: Ilustracja do opowiadania „Chi-hua-hua" — rys. Janina Krzemińska.
Okładka IV: Jak pracuje lampa elektronowa — rys. Aleksander Bernaciński.
Fotografie w numerze: T. Bukowski, A. Płochocki. „Science et Vie", Australian News and Information Bureau, ze zbiorów Redakcji.



WIERTNICTWO

Nie będzie tu mowy o przewiercaniu otworów w drewnie, metalu czy też innych tworzywach, używanych przez człowieka do wznoszenia różnych budowli i do wytwarzania wszelkich maszyn, urządzeń i tysięcy przedmiotów codziennego użytku. Chcemy opowiedzieć o wierceniu otworów w ziemi — i o urządzeniach do tego celu służących.

Jaki jest cel wiercenia otworów w ziemi?

Wiemy, że większość najcenniejszych i najważniejszych dla życia gospodarczego surowców mineralnych ukryta jest pod powierzchnią ziemi, na mniejszych lub większych głębokościach. A więc: węgiel, ropa naftowa i gaz ziemny, rudy żelaza i innych metali, sól, fosforyty, siarka i wiele innych kopalin użytecznych wydobywanych z ziemi przez górników. Chcąc jednak wydobywać jakieś minerały — trzeba wpierw znaleźć ich podziemne skupiska, tzw. złoża lub pokłady, i do tego właśnie celu służą otwory wiercone w ziemi, które pozwalają pobrać próbki przewierconych warstw. Na podstawie takich próbek można stwierdzić, czy istnieją w danym miejscu poszukiwane złoża. Otwór wiertniczy jest dla geologa źródłem wiadomości o kolejności zalegania poszczególnych warstw, o ich wieku geologicznym i pochodzeniu oraz innych danych pozwalających scharakteryzować budowę geologiczną całego rejonu.

Jak widać, wiercenia są jednym z zasadniczych elementów prac geologiczno-poszukiwawczych, prowadzonych w celu nie tylko odkrycia nowych złóż surowców mineralnych, lecz także określenia ich wielkości i sposobu zalegania.

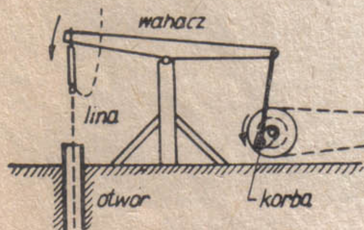
Wiercenia geologiczno-poszukiwawcze wykonywane są do różnych głębokości, w zależności od celu poszukiwania. Tak więc wiercenia za węglem, solą, rudami prowadzone są zwykle do głębokości kilkuset metrów i rzadko przekraczają 1000 m. Natomiast wiercenia za ropą naftową i gazem ziemnym sięgają ogromnych głębokości 4—5 tysięcy metrów, zaś najgłębszy odwiercony dotychczas otwór przekroczył głębokość 6,5 kilometra.

Do wierceń badawczych zaliczamy licznie wykonywane wiercenia fundamentów, które służą do określania wytrzymałości gruntu w miejscach, gdzie wybudowane być mają większe budynki lub budowle. Wiercenia te są z reguły płytkie, rzadko przekraczające głębokość kilkudziesięciu metrów.

Drugim ważnym celem wierceń jest eksploatacja użytecznych kopalin. Otworami wiertniczymi wydobywa się przede wszystkim kopaliny ciekłe i gazowe: ropę naftową i gaz ziemny, wszelkie wody mineralne, a wreszcie wodę zwykłą, służącą do picia lub celów przemysłowych. Ale i niektóre kopaliny stałe wydobywane bywają przy użyciu otworów wiertniczych. Tak np. sól kamienną wydobywać można w ten sposób, że do jej zło-



Świder do wiercenia udarowego



Wahacz do wiercenia udarowego

ża przewierca się otwór, do którego zapuszcza się dwie koncentryczne kolumny rur. Przez wewnętrzną kolumnę rur wtłacza się do złoża wodę, która nasyca się rozpuszczającą się w niej solą i następnie wypływa na powierzchnię przestrzenią pierścieniową pomiędzy wewnętrzną i zewnętrzną kolumną rur. Uzyskana w ten sposób solanka używana bywa wprost do przeróbki przemysłowej, np. na sodę, lub też poddaje się ją wygotowaniu, tzw. warzeniu, w celu otrzymania czystej krystalicznej soli. Podobnie eksploatowane bywają złoża siarki, z tym, że zamiast wody wtłacza się do pokładu parę wodną.

Istnieje wreszcie cały szereg wierceń mających pomocnicze znaczenie. Należą tu wiercenia prowadzone z podziemnych wyrobisk górniczych, a mające na celu zbadanie warstw, przez które mają być pędzone przekopy lub chodniki. Wiercenia te są wykonywane najczęściej w kierunku poziomym lub ukośnym.

Podczas głębienia szybów wydobywczych zachodzi często konieczność zamrożenia warstw, których przejście jest niemożliwe wskutek zawodnienia. Wówczas dookoła szybu odwierca się w powierzchni ziemi wieniec otworów, do których załtacza się potem mieszankę mrożącą. Coraz częściej stosowane bywają w górnictwie otwory wiertnicze wielkiej średnicy do celów wentylacji lub spuszczania urobku z wyższych poziomów na niższe.

Jak widać, wiertnictwo odgrywa ogromną rolę zarówno w pracach geologiczno-poszukiwawczych i badawczych, jak i w wydobywaniu pożytecznych kopalin. Dlatego też sposoby wykonywania wierceń jak i urządzenia oraz narzędzia do tego celu służące są bardzo rozmaite i stanowią przedmiot gałęzi techniki, zwanej wiertnictwem.

Wiercenia udarowe i obrotowe

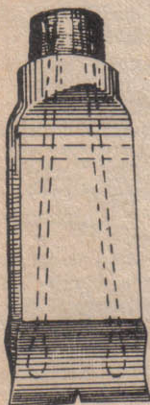
Historia wierceń jest bardzo stara, sięga bowiem czasów starożytnych, na wiele wieków przed naszą erą. Według zachowanych do dziś wiadomości starożytni Chińczycy wiercili otwory w celu wydobywania znanego już wówczas gazu ziemnego, solanki oraz wody dla nawadniania pól ryżowych. Wiercili oni ręcznie, udarowo, używając urządzeń drewnianych, przy czym liny wyrabiane były ze skręconych liści bambusa, zaś rury — z pni drzew bambusowych. Tymi prymitywnymi środkami osiągali Chińczycy podobno głębokości dochodzące do 1200 metrów. Kunszt Chińczyków nie rozpowszechnił się jednak poza granice ich kraju i przez wiele wieków nic o wierceniach w reszcie cywilizowanego świata słychać nie było.

Nowoczesne wiertnictwo zaczęło się rozwijać w drugiej połowie XIX wieku wraz z rozwojem wydobycia ropy naftowej. Kopane początkowo w tym celu szybiki, tzw. kopanki, osiągały głębokość do 200 metrów, były jednak tak niebezpieczne, że zaczęto gwałtownie szukać innych sposobów dostania się do złóż naftowych. Prawie równocześnie w kilku krajach: w Rosji, Rumunii, Polsce, Stanach Zjednoczonych zaczęto stosować ręczne, a rychło potem — maszynowe wiercenia udarowe na linie lub na żerdziach. Dopiero z początkiem XX wieku rozwijać się zaczął bardziej efektywny od udarowego — obrotowy sposób wiercenia, który obecnie wyparł prawie zupełnie wiercenia udarowe.

Tu przejść musimy do opisu wymienionych wyżej dwóch zasadniczych metod wiercenia, które, każda w swoim czasie, przyczyniły się do postępu technicznego poszukiwań geologicznych, a przede wszystkim do zwiększenia wydobycia ropy naftowej i gazu ziemnego.

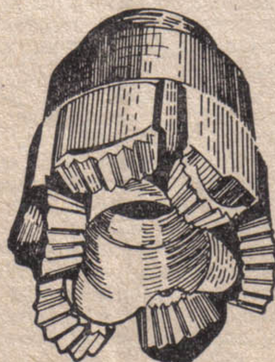
Samo słowo „wiercenie" wywołuje w wyobraźni każdego z nas obraz obracającego się świdra lub wiertła, służącego do wykonania otworu w drewnie, metalu czy innym tworzywie. Dlatego też użycie określenia „wiercenie" w zastosowaniu do metody udarowej jest niezupełnie właściwe, raczej należałoby użyć słowa „drążenie". Przypatrzmy się wierceniu udarowemu, a wnet to zrozumiemy.

Do końca stalowej liny, przerzuconej przez krążek znajdujący się

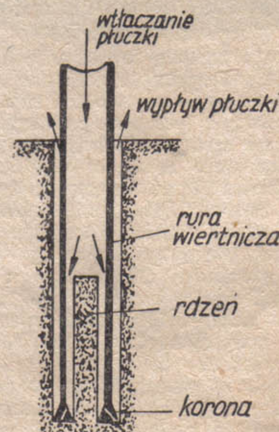




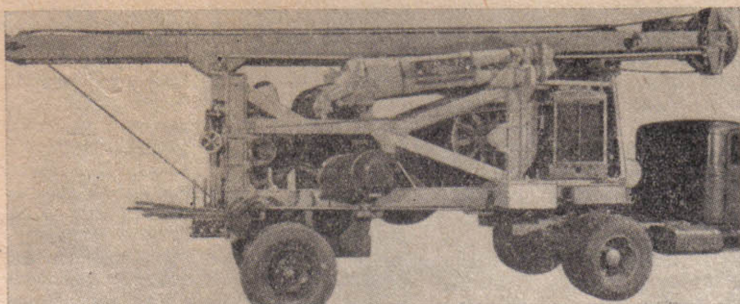
Swidry do wiercenia obrotowego



Korona rolkowa do wiercenia z pobieraniem rdzenia



Wiercenie rdzeniowe za pomocą korony



Przewoźne urządzenia wiertnicze do wiercenia udarowego

na szczycie wieży wiertniczej, przymocowany jest świder mający kształt wydłużonego dłuta. Po zapuszczeniu do otworu i osiągnięciu przez świder jego spodu — lina przypięta zostaje na powierzchni do jednego ramienia, tzw. wahacza. Jest to pozioma belka podparta w środku na łożysku, pozwalającym wykonywać wahaczowi ruchy wahadłowe. Napędzany od silnika wahacz powoduje wznoszenie i opadanie zawieszonego na linie świdra, który uderza w dno otworu, krusząc w ten sposób najtwardsze nawet skały, w jakich otwór jest wiercony. Urobek skalny musi być okresowo usuwany z dna otworu za pomocą tzw. łyżki, zapuszczonej do otworu na linie, po uprzednim wyciągnięciu zeń świdra.

Wiercenie obrotowe jest naprawdę „wierceniem", bowiem narzędzie urabiające, czyli świder, wykonuje ruch obrotowy krusząc i ścierając skałę na dnie otworu. Oczywiście, w tym przypadku, świder nie może być do otworu zapuszczony na linie, tylko na sztywnym przewodzie, który służy do przenoszenia ruchu obrotowego. Przewód ten, składający się z grubościennych rur stalowych, jest jak gdyby wałem transmisyjnym przenoszącym moment obrotowy od znajdującego się na powierzchni ziemi silnika do pracującego na spodzie otworu świdra. Rurowym przewodem wiertniczym wtłaczana jest do otworu tzw. płuczka wiertnicza, która opłukuje i chłodzi świder oraz w sposób ciągły wynosi w swym powrotnym ruchu na powierzchnię — wykruszony przez świder urobek skalny.

Sposób zabierania urobku w znacznym stopniu decyduje o szybkości wiercenia, w udarowym bowiem systemie trzeba co parę uwierconych metrów wyciągać świder w celu usunięcia łyżką urobku z dna otworu — natomiast w systemie obrotowym praktycznie wierci się aż do stępienia świdra, urobek bowiem zabierany jest ze spodu otworu stale przez płuczkę.

Dalszą zaletą wiercenia obrotowego jest możliwość pobierania próbek przewierconych warstw w postaci tzw. rdzeni. W tym celu zamiast świdra pełnego, działającego na całą powierzchnię spodu otworu, używa się tzw. koronek, które mają elementy urabiające ułożone tylko na obwodzie korpusu, przez środek którego przechodzi otwór. Wykonując ruch obrotowy, koronka urabia spód otworu na powierzchni pierścieniowej, natomiast pozostały w środku nie naruszony słupek przewierconej skały wchodzi do wnętrza koronki i dalej do rury, zwanej aparatem rdzeniowym. Można w ten sposób uzyskiwać i wyciągać na powierzchnię rdzenie o długości kilku metrów, co ma ogromne znaczenie, zwłaszcza przy wierceniach geologiczno-poszukiwawczych, pozwala bowiem na dokładne zbadanie przewierconych warstw, określenie ich składu, pochodzenia itd.

Jeżeli chodzi o szybkość wiercenia — to systemem udarowym uzyskać można średnio nie więcej niż 150—200 metrów miesięcznie na jedno urządzenie, podczas gdy systemem obrotowym osiąga się obecnie szybkości, dochodzące do 2—3 i więcej tysięcy metrów miesięcznie, zależnie oczywiście od geologicznych warunków wiercenia oraz technicznego wyposażenia w urządzenia i narzędzia wiertnicze.

Urządzenia wiertnicze

Nowoczesna technika dysponuje obecnie ogromną ilością różnego typu urządzeń wiertniczych, dostosowanych do głębokości i celu wiercenia.

Urządzenia udarowe stosowane są jeszcze do wiercenia płytkich otworów — przeważnie studni, służących do eksploatacji wody z głębokości od kilkudziesięciu do 200—250 metrów. Z wierceń geologiczno-poszukiwawczych urządzenia udarowe zostały całkowicie wyparte z powodu trudności pobierania rdzenia, natomiast w niektórych krajach wierci się jeszcze udarowo eksploatacyjne otwory naftowe do głębokości 700—800 m. Stosowane do tego celu urządzenia mają konstrukcję przewoźną, tzn. umieszczone są na podwoziu kołowym lub na samochodzie.



Szwedzkie urządzenie wiertnicze „Craelius-1000" do wierceń małośrednicowych do głębokości 300 m

Wśród wiertniczych urządzeń obrotowych wyróżnić można dwa zasadnicze rodzaje: urządzenia do płytkich wierceń małośrednicowych oraz do wierceń głębokich, o dużych średnicach świdra.

Urządzenia małośrednicowe budowane są do wiercenia otworów do głębokości 100 — 300 — 500 — 650 — 800 metrów, o średnicach 150 do 55 milimetrów. Średnica otworu zależy od głębokości wiercenia — tak np. urządzeniem szwedzkim „Craelius-1000" można wiercić do głębokości 150 m, średnicą 150 mm, zaś do głębokości 300 m — średnicą 120 mm. Urządzenia małośrednicowe stosowane bywają przeważnie do wierceń dla celów geologicznych, dlatego jako narzędzia wiertniczego używa się koronki pozwalającej na pobieranie rdzenia.

Jeżeli chodzi o głębokie wiercenia — od 1000 m do 3000 m — to wiercone są one świdrami o średnicach od 500 do 140 mm, przy czym każdy otwór — zależnie od warunków geologicznych — wykonywany jest kilkoma świdrami — stopniowo coraz cieńszymi. Wynika to z konieczności „rurowania" otworu, tzn. zapuszczania doń rur tzw. „okładzinowych" w celu zabezpieczenia ścianek przed obsypywaniem, zamknięcia dopływu wód podziemnych itp. Jasne jest, że średnica świdra musi być taka, by przechodził on przez zapuszczone do otworu rury.

Urządzenia do wiercenia w zakresie głębokości do 1200—1500 m bywają jeszcze budowane jako przewoźne, natomiast powyżej — już tylko jako stabilne, tzn. wymagające rozbiórki na części przy przenoszeniu na inne miejsce. Wieże wiertnicze tych urządzeń osiągają wysokość 45 i więcej metrów, zaś zainstalowana moc silników przekracza 1500 KM.

Rewelacyjny wynalazek

Wynalazkiem dokonującym przewrotu w nowoczesnym wiertnictwie — zwłaszcza głębokim — jest turbowiert. Skonstruowany przez radzieckiego konstruktora Kapelusznikowa i udoskonalony przez Szumiłowa, turbowiert znalazł szerokie zastosowanie w Związku Radzieckim, a w ostatnich latach i w innych krajach, jak Rumunia i Francja.

Rewelacyjność wynalazku polega na tym, że silnik, służący do nadawania obrotowego ruchu świdrowi, przeniesiony został z powierzchni ziemi na spód otworu. Zbędny więc stał się obrotowy ruch całego przewodu wiertniczego, co podwyższało zużycie energii napędowej oraz narażało na awarie w postaci ukręcenia przewodu.

Turbowiert jest to po prostu turbina napędzana płuczką wtłaczaną przez przewód wiertniczy. Turbina ta umocowana jest do zapuszczanego do otworu przewodu wiertniczego, zaś do wychodzącego z turbowiertu końca wału przykręcony jest świder. W tym stanie przewód wiertniczy, jak również i turbowiert, są nieruchome, a obraca się tylko świder wykonujący pracę zwiercania skały na spodzie otworu.

Skonstruowanie turbowiertu nie było łatwe ze względu na ograniczenie wynikające ze średnicy otworu, do którego musi być zapuszczony. Toteż prace nad jego konstrukcją i doskonaleniem trwały kilkanaście lat.

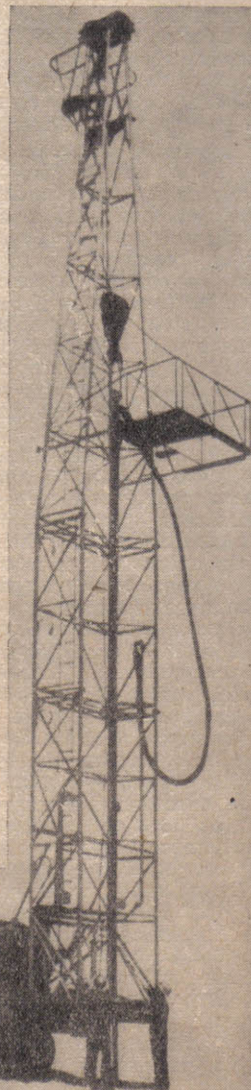
Na podobnej do turbowiertu zasadzie oparto budowę elektrowiertu. Jak nazwa wskazuje, jest to elektryczny silnik, zapuszczany na spód otworu i poruszający tam bezpośrednio do jego wału umocowany świder. Pomysł zdawałoby się prosty — okazał się jednak trudniejszy do zrealizowania od turbowiertu. Już sama konstrukcja silnika elektrycznego o dużej mocy, a małej średnicy — takiej, by się zmieścił w otworze — nastręczała dużo trudności, tym bardziej że przez ten silnik musi przepłynąć płuczka, służąca do opłukiwania świdra i wynoszenia urobku. Drugą trudnością okazało się doprowadzenie energii elektrycznej: wszak przewód wiertniczy składa się ze skręcanych ze sobą pasów rur, które przy wyciąganiu świdra muszą być rozkręcane i odstawiane na bok we wieży wiertniczej. Z podobnych odcinków musi składać się kabel, doprowadzając z powierzchni do elektrowiertu energię elektryczną. Wykonanie szczelnych złączy tego kabla, zanurzonego stale w płuczce — stawia przed konstruktorami nie lada zadanie. Niemniej elektrowierty już pracują, choć szerokiego zastosowania jeszcze nie znalazły.

Wiercenia kierunkowe

Otwory wiertnicze wykonywane z powierzchni ziemi projektowane są zasadniczo jako pionowe i proste — praktycznie jednak posiadają zwykle mniejsze lub większe odchylenia od pionu. Szkodliwe to zjawisko, wywołane bądź warunkami geologicznymi, bądź nieodpowiednią technologią samego wiercenia, powoduje częstokroć, że spód otworu leży o kilkadziesiąt, a nawet kilkaset metrów w bok od jego początku na powierzchni ziemi. Może to w pewnych przypadkach spowodować minięcie się otworu ze złożem, do którego był wiercony. Walkę z krzywieniem otworu prowadzi się przez dokonywanie pomiarów krzywizny odpowiednimi aparatami oraz „prostowaniem" otworów. W tym celu skrzywiony odcinek otworu cementuje się i wierci na nowo.

Zjawisko krzywienia otworów naprowadziło wiertników na pomysł odchylania otworu od pionu pod ustalonym z góry kątem i w ściśle kontrolowanym kierunku. Tego rodzaju wiercenia, zwane kierunkowymi, dały ogromne korzyści umożliwiając dochodzenie do złóż, których pionowym otworem osiągnąć się z powierzchni ziemi nie da. Można więc w ten sposób eksploatować złoża zalegające pod dnem morza, pod niedostępną górą lub pod zabudowaniami — umieszczając urządzenia wiertnicze na brzegu morza, u stóp góry lub poza obrębem zabudowań. Wiercenie kierunkowe rozpoczynane jest zwykle jako pionowe, zaś dopiero na pewnej głębokości następuje odchylenie otworu pod odpowiednim kątem od pionu i w obranym kierunku. Wymaga to specjalnych urządzeń odchylających oraz precyzyjnej aparatury pomiarowej pozwalającej na ścisłą kontrolę drogi, jaką odbywa świder.

Szczególny rozwój wierceń kierunkowych nastąpił po wynalezie-




Amerykańskie urządzenie wiertnicze przewoźne do wiercenia obrotowego do głębokości 1500 m



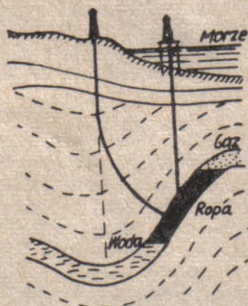
niu turbowiertu, okazało się bowiem znacznie łatwiejsze wiercenie krzywego, przebiegającego łukiem otworu przewodem nieruchomym, niż obracającym się.

Wiercenie kierunkowe pozwoliło na wprowadzenie nowych form organizacji wierceń eksploatacyjnych za ropą naftową. Na rozpoznanym i okonturowanym złożu otwory eksploatacyjne zakładane są zwykle według z góry ustalonej siatki w odległości kilkuset metrów jeden od drugiego. Wiercąc otwory pionowe — należy urządzenie wiertnicze po odwierceniu każdego otworu demontować, transportować i montować na nowym miejscu, co zabiera dużo czasu i drogo kosztuje.

Stosując wiercenie kierunkowe o dużym odchyleniu od pionu — można z jednego miejsca odwiercić kilka, nawet do 9 otworów, odchylonych wzdłuż wychodzących z tego miejsca promieni, tak by spody tych otworów doszły do złoża w odległości kilkuset metrów od siebie. Praktycznie wiercenie takie wymaga przesunięcia samego tylko urządzenia i wieży wiertniczej na powierzchni ziemi zaledwie o kilka metrów, co dokonywane jest bez demontażu. Urządzenia pomocnicze i zabudowania nie wymagają przesuwania. W ten sposób otrzymuje się pęk otworów, których ujścia odległe są od siebie o kilka, zaś spody — o kilkaset metrów. Jest to wygodne również i podczas późniejszej eksploatacji tych odwiertów, pozwala bowiem na zgrupowanie w jednym miejscu urządzeń eksploatacyjnych oraz ich obsługi.

Ciekawą innowacją, stosowaną w Związku Radzieckim, jest wiercenie dwóch odchylonych od siebie w przeciwnych kierunkach otworów jednocześnie z jednej wieży wiertniczej. Otwory zakłada się na powierzchni w odległości 1,5 m od siebie, zaś krążki linowe na koronie wieży wiertniczej ustawione są przesuwnie, tak że wielokrążek linowy może nad każdym z obu otworów zwisać pionowo. Samo wiercenie wykonywane jest na zmianę, a zysk na czasie polega na tym, że wyciągany z jednego otworu przewód wiertniczy jest od razu zapusz-

Wieża wiertnicza do wiercenia do głębokości 3000 m

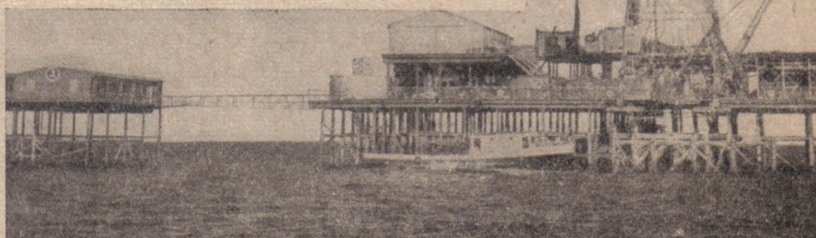


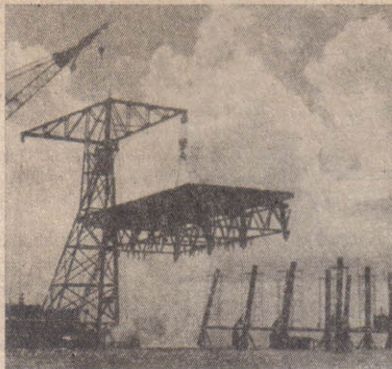
Wiercenie kierunkowe i nawodne

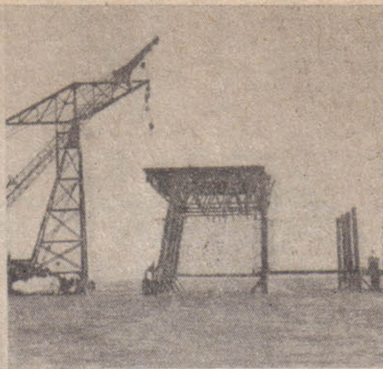


Schemat wiercenia dwóch otworów z jednej wieży

Wiercenie na morzu



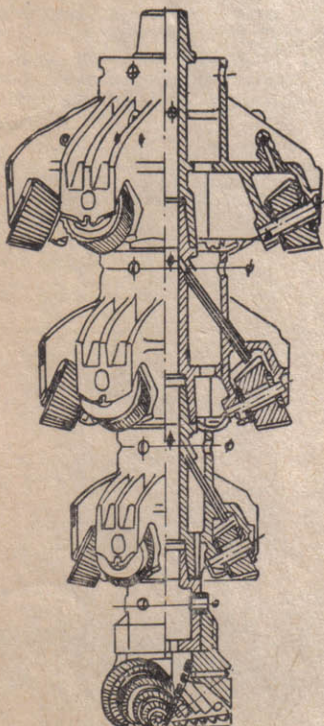




Montaż sztucznej stalowej wyspy na palach



Montaż stalowych konstrukcji do budowy sztucznych wysp na Morzu Kaspijskim. W głębi wyspy z wieżami wiertniczymi



Świder do wiercenia otworów o wielkiej średnicy (szybów)

czany do drugiego. W ten sposób znacznie skraca się sumaryczny dla obu otworów czas wyciągania i zapuszczania przewodu oraz wszelkich innych manipulacji, zaś stopień wykorzystania urządzenia wiertniczego jest bardzo wysoki.

Morskie wiertnictwo

Szeroko rozwinęło się w ostatnich czasach morskie wiertnictwo nawodne. Badania geologiczne wykazały, że bogate złoża ropy naftowej zalegają w niektórych rejonach pod dnem morskim w dużych odległościach od wybrzeży. Oczywiście w takich przypadkach nie można już stosować wierceń kierunkowych dokonywanych z brzegu morza. Najbardziej znane tego rodzaju rejony — to Morze Kaspijskie oraz Zatoka Meksykańska.

Chcąc dotrzeć do ukrytych pod dnem morza skarbów musi się prowadzić wiercenia urządzeniami ustawionymi na sztucznych wyspach, budowanych na morzu w miejscach o głębokości do 30 m. Stalowe wyspy wykonywane są dwoma sposobami: albo na wbitych w dno morza palach, albo na stawianych na dnie gotowych, zbudowanych na wybrzeżu konstrukcjach stalowych. Olbrzymie, przygotowane fabrycznie elementy stalowych wysp przewożone są i ustawiane na morzu przy użyciu specjalnych okrętów-dźwigów o dużej nośności. Jasne jest, że budowa takich sztucznych wysp wymaga ogromnych nakładów finansowych i materiałowych — szczególnie stali — dlatego też odwiercenie z takiej wyspy jednego tylko otworu byłoby na pewno nieopłacalne. I tu właśnie znalazło zastosowanie wiercenie „pęków" kierunkowych otworów, co znacznie podniosło rentowność wierceń morskich.

Czy można wywiercić szyb?

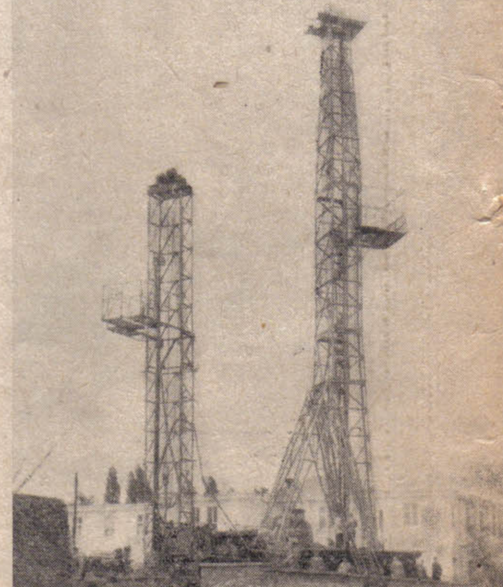
W ostatnich czasach duże zainteresowanie na całym świecie budzą wysiłki idące w kierunku wiercenia otworów o wielkich średnicach zastępujących szyby do wydobywania kopalin stałych — węgla, rudy itp. Ponieważ chodzi tu o średnicę rzędu 3 do 6 metrów — zadanie jest bardzo trudne, niemniej zostało ono rozwiązane w Związku Radzieckim i Stanach Zjednoczonych. Używane do tego celu urządzenia wiertnicze zasadniczo nie odbiegają od konstrukcji stosowanych przy wierceniach głębokich otworów naftowych, cała trudność polega na skonstruowaniu odpowiednich narzędzi wiertniczych, dostosowanych do technologii tego rodzaju wierceń.

Kilka słów o polskim wiertnictwie

Polska jest krajem starych tradycji wiertniczych. Przed I wojną światową polscy wiertacze znani byli na całym świecie. Wiercono wówczas udarowo, gdyż system obrotowego wiercenia był mało jeszcze rozpowszechniony, zaś do Polski dotarł on dopiero w okresie międzywojennej niepodległości. W okresie tym nie przyjął się on jednak w naszym kraju i był stosowany raczej sporadycznie — próbnie. Dopiero w Polsce Ludowej stworzone zostały warunki sprzyjające modernizacji wiertnictwa i postępowi technicznemu w tej dziedzinie. I choć pod względem szybkości wiercenia pozostajemy jeszcze w tyle za krajami o przodującej technice wiercenia — możemy już poszczycić się poważnym rozwojem produkcji urządzeń i narzędzi wiertniczych. Produkujemy więc kilka typów urządzeń wiertniczych o zakresie głębokości wiercenia do 100, 300, 500, 650, 800, 1500 metrów, produkujemy rury płuczkowe i okładzinowe oraz zworniki, nowoczesne świdry i koronki wiertnicze, a także drobny osprzęt i narzędzia do celów wiertnictwa. A ponieważ stworzenie zaplecza technicznego jest podstawowym warunkiem dalszego rozwoju wiertnictwa — mamy wszelkie możliwości osiągnięcia w tej gałęzi techniki wyników na poziomie światowym.

Inż. Jan Borowski

Urządzenia wiertnicze polskiej produkcji wystawione na XXV Międzynarodowych Targach Poznańskich w 1956 roku. Niższa wieża pozwala wiercić do głębokości 650 m, wyższa — do głębokości 1500 m



Z HISTORII POLSKIEGO WIERTNICTWA

Przemysł naftowy jest dzisiaj jednym z kluczowych przemysłów świata. Czy wiecie, że jego podwaliny niemal we wszystkich obecnych większych ośrodkach naftowych budowali Polacy, polscy technicy i polscy robotnicy?

W dziejach przemysłu naftowego zapisał się złotymi zgłoskami nie tylko jego właściwy twórca, Ignacy Łukasiewicz. Znajdujemy w nich również nazwiska innych Polaków, którzy zdobyli sobie przede wszystkim sławę świetnych wiertaczy. Pionierskie wiercenia naftowe prowadzili pod koniec ubiegłego i w początkach bieżącego wieku następujący polscy technicy naftowi: Biliński — na półwyspie Czelekin nad Morzem Kaspijskim, Wolfeld — w Ferganie (Turkiestan), Strzetelski, Sulimirski, Stasiowski i Ekert — na Kaukazie, Zakrzewski — na Węgrzech, Chłapowski, Zdanowicz — w Rumunii, Podolski, Libelt, Zdzieński — w Indonezji. Wyjeżdżali oni z pełnymi ekipami polskich majstrów i robotników, rekrutujących się głównie z okolic Krosna i Gorlic, najstarszego zagłębia naftowego świata.

Poniżej drukujemy fragmenty wspomnień polskich wiertaczy z Sumatry, zamieszczonych w roku 1909 w jednodniówce „Łebak", wydanej z okazji I Zjazdu polskich techników wiertniczych.



PRZYGODA W SINGAPORE
(Ze wspomnień Józefa Korzenia)

Cała prawie parafia odprowadziła nas do Gorlic. Ja tam wprawdzie w świecie już bywał i z niejednego pieca chleba jadł, bom i całe Niemcy przejechał i dłuższy czas w Alzacyi siedział, toteż po niemiecku niecom się nauczył, chociaż pierwszy raz, jakiem do Alzacji jechał, tom tylko znał dwa słowa niemieckie „Gulorz" i „Bier" i całą drogę tylko tym się żywiłem. Jak my jednakże przyjechali do Singapur, tom się przekonał, że nie bardzo ta jeszcze po niemiecku gadam, bo kiedy my z Jóźkiem Haluchem na ulice z hotelu wyszli, to com się kogo o coś spytał, to furknoł na mnie jakimś językiem, jakby miał kluskę w gębie.

Pewnego razu widzę, jak się ludziska na coś gapią, przychodzimy i my się popatrzyć i widzimy, jak jakiegoś Chińczyka, który był jak koń do wózka zaprzężony, od strasznie gorącego słońca szlag trafił.

Jakieś panisko przychodzi do mnie i o coś mnie się pyta, a ja mu odpowiadam: „Ich nicht englisch sprechen". On się na mnie popatrzył i powiedział mi: „Ich spreche doch zu Ihnen deutsch". Ucieszyłem się, że choć parę słów będę mógł pogadać i zapytać go się, gdzie tu jest firma, którą mu na kartce podałem, a do której list miałem. Było to o parę kroków od hotelu, w którym z Haluchem mieszkaliśmy. Pokazało się, że dom firmy mojej był najdalej o sto kroków od hotelu oddalony, a szelma fiakier bez trzy godziny po mieście nas woził.



MAZURZY NA SUMATRZE
(Ze wspomnień Stefana Libelta)

Podczas naszego czteroletniego pobytu w Indiach Holenderskich miałem jako współpracowników kilku naszych wiertaczy Mazurów. Siedzieliśmy w głębi Sumatry, w pośrodku lasów dziewiczych, w oddaleniu dwóch dni i dwóch nocy jazdy na statku parowym od najbliższej osady europejskiej.

Chłopi nasi w krótkim czasie nieźle się zaaklimatyzowali. Z początku nie mogli się wprawdzie przyzwyczaić do tamtejszego wiktu, codzienne bowiem jedzenie ryżu z ogromną ilością owoców nie mogło im zastąpić żuru, okrasy i ziemniaków. Skarżyli się też przede mną na to nieraz.

Nie mogli się także pogodzić, a względnie porozumieć, z kucharzem Chińczykiem, którego im z miasta sprowadziłem; dopiero kiedy Chińczyk ten przyprawił im ryż z najróżniejszymi ingredyencyami, gdy im od czasu do czasu zastrzelił dziką świnię lub ptactwo w lesie i zapoznał się z krajowcami, którzy mu nieraz kurę lub rybę do kuchni przynieśli, humor im znacznie się poprawił...



Podczas jakiegoś święta krajowców urządzano różne festyny, a największą atrakcyą i przyjemnością był przy tej sposobności taniec nacyonalny uprawiany tylko przez kobiety, a dopiero kiedy whisky i dżyn humory podnieciły, zapraszano również do tańca i mężczyzn. Mazurzy nasi znaleźli takie upodobanie w tym, jak go nazywali dyabelskim tańcu, że z rozkoszą i umiejętnością mu się oddawali, a kowal Mróz Walenty był specjalistą w tym względzie i często tańce takie aranżował. Wielką to sympatię jednało Mazurom u krajowców, którzy Europejczyka uważają za człowieka wybranego i jako wielkiego pana, którego Malaje na każdym kroku obsługiwać muszą.

Pomimo niejednych złych stron i wad, przeważnie na punkcie nadużycia alkoholu, które Mazur nasz na obczyźnie okazywał, z przyjemnością nadmienić tu muszę, że wszyscy, których przez trzy lata miałem, byli chłopi tędzy i zdolni, pokazali Holendrom, co umieją, powywiercali masę ropnych szybów, a obecni wiertacze holenderscy, którzy z nimi swego czasu w szybach robili, wyszli wszyscy z ich szkoły.



Opracował Gustaw Scholtz

Interferencja światła

i jej praktyczne zastosowanie

Interferencja światła należy do najpiękniejszych i najbardziej efektownych zjawisk optycznych. Zjawiska te wykorzystywane są w różnego rodzaju badaniach naukowych do licznych, wspaniałych doświadczeń. Znalazły także szerokie zastosowanie bezpośrednio w technice i w wielu gałęziach przemysłu. Z tymi właśnie zastosowaniami interferencji światła do celów praktycznych chcemy was zapoznać, ale zanim do tego przystąpimy, musimy najpierw, chociaż pobieżnie, wyjaśnić:

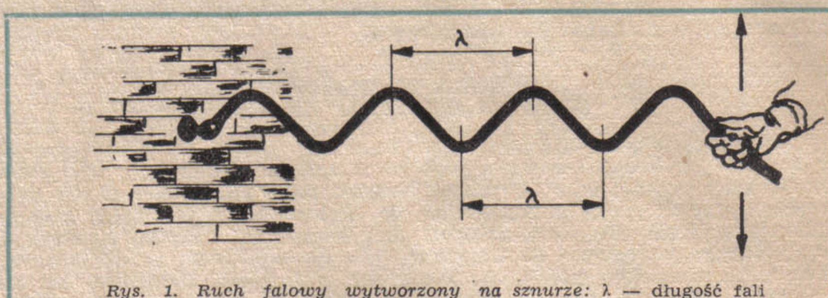
Co to jest i na czym polega interferencja światła?

Z punktu widzenia teorii falowej promienie świetlne uważa się po prostu za fale elektromagnetyczne. Pojęcie fali jest dobrze wszystkim znane z życia codziennego. Przecież każdy niejednokrotnie miał sposobność obserwować falującą powierzchnię wody lub falujący łan zboża.

Ruch falowy w prosty sposób można wytworzyć i obserwować np. na sznurze, którego jeden koniec przymocowany jest do ściany, a drugi poruszany ręką do góry i na dół (rys. 1). Na tym przykładzie można z łatwością stwierdzić, że ruch falowy polega na rozchodzeniu się „wzniesień" i „dolin" sznura, wytwarzanych na skutek poruszania jego wolnym końcem. Cząstki sznura nie poruszają się wraz z falą, lecz tylko wykonują okresowe drgania. Maksymalne wychylenie się cząstek w stosunku do położenia równowagi nazywa się amplitudą, zaś chwilowe ich położenie — fazą. Odległość między dwoma sąsiednimi, jednakowymi wychyleniami (np. między dwoma wzniesieniami lub dolinami) nazywa się długością fali.

W wypadku fal elektromagnetycznych rozchodzą się pewnego rodzaju „wzniesienia" i „doliny" natężenia pola elektromagnetycznego. Długości fal elektromagnetycznych zawierają się w granicach od kilku kilometrów (fale radiowe) do tysięcznych części angstrema (promienie γ). Światło widzialne jest zaledwie drobnym wycinkiem z całego zbioru tych fal. Jak wiadomo, długość fali światła charakteryzuje jego barwę. W części widzialnej światło fioletowe ma najkrótszą długość fali (ok. 4000 Å), a czerwone — najdłuższą (ok. 8000 Å).

Fale świetlne, wychodzące z różnych źródeł, rozchodzą się niezależnie od siebie, tzn. że każda fala tak przebiega, jakby innych w ogóle nie było, a przecinając się nakładają się w sposób geometryczny. Szczególnym przypadkiem nakładania się wszelkich fal jest właśnie interferencja. Polega ona na tym, że działanie fal w wyniku nakładania się w jednych miejscach ciągle wzmacnia się, a w innych osłabia. Wzmocnienie zachodzi tam, gdzie spotykają się „wzniesienia" ze „wzniesieniami" i „doliny" z „dolinami" (rys. 2a), a osłabienie zaś tam, gdzie „wzniesienia" jednej fali napotykają „doliny" drugiej i odwrotnie (rys. 2b). W pierwszym wypadku, jak łatwo stwierdzić, fale spotykają się w zgodnych fazach lub w fazach różniących się o całkowitą wielokrotność długości fali, a w drugim wypadku są przesunięte w fazie o połówkę długości fali lub ogólnie o nieparzystą jej wielokrotność.

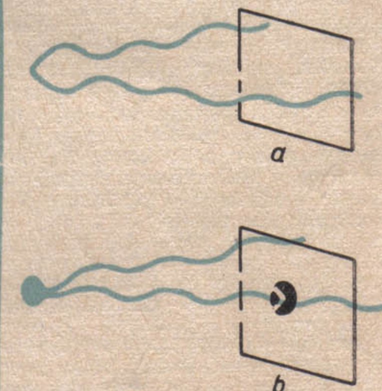


Rys. 1. Ruch falowy wytworzony na sznurze: λ — długość fali

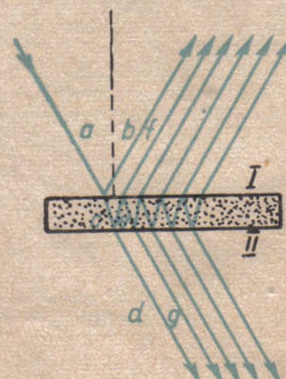
Świecące źródło wysyła fale świetlne krótkotrwałymi impulsami jako ciągi skończonych fal.

Dla uzyskania obrazu interferencyjnego posługujemy się zawsze światłem pochodzącym z jednego źródła, które następnie rozdzielamy na dwa lub większą ilość promieni. Promienie te kierujemy różnymi drogami, przez co uzyskują one względem siebie pewne stałe różnice faz, w końcu spotykają się ze sobą i interferują. Jest to ogólna zasada wytwarzania interferencji promieni świetlnych.

Interferencja światła szczególnie łatwo powstaje przy oświetleniu cienkich, przeźroczystych warstw, np. ze szkła, powietrza lub cieczy (rys. 3). Promień światła (a), padając na taką warstwę, najpierw rozdziela się na promień odbity (b) i załamany (c). Promień załamany następnie trafia na drugą powierzchnię warstwy i tutaj znowu rozszczepia się na dwa promienie: przechodzący (d) i odbity (e). Ten ostatni, padając z powrotem na pierwszą powierzchnię, częściowo wychodzi na zewnątrz w kierunku pierwotnie odbitego promienia, a częściowo ulega powtórnemu odbiciu, biegnie ponownie do drugiej powierzchni i historia w dalszym ciągu się powtarza. W ten sposób jeden promień, ulegając wielokrotnemu odbiciu od obu powierzchni warstwy, rozdziela się na szereg promieni. Jednak natężenie dalszych promieni jest znikome i praktycznie w interferencji odgrywają rolę dwa pierwsze promienie (b, c i d, e). Jeżeli warstwa jest płaskorównoległa, to promienie te są równoległe i dla ich połączenia należy użyć soczewki skupiającej. Wówczas na ekranie, umieszczonym w płaszczyźnie ogniskowej soczewki, zobaczymy jasny lub ciemny prążek. Zamiast stosować soczewkę i ekran, można interferencję w tym wypadku równie dobrze obserwować gołym okiem, ale zakomo-



Rys. 2. Interferencja dwóch identycznych promieni świetlnych: a — wzniesienia spotykają się ze wzniesieniami, a doliny z dolinami i na ekranie następuje wzmożenie oświetlenia, b — wzniesienia spotykają się z dolinami, promienie wygaszają się i na ekranie nie dają oświetlenia



Rys. 3. Interferencja światła na cienkich warstewkach przezroczystych

dowanym na nieskończoność, tzn. przystosowanym do oglądania przedmiotów bardzo dalekich. Przy danej grubości warstwy różnica faz promieni interferujących zależy tylko od kąta padania światła. Jeśli zatem szereg promieni o danej długości fali pada na warstwę pod różnymi kątami (rys. 4), to wówczas dla jednych promieni może być spełniony warunek wzmocnienia, a dla innych osłabienia, i na ekranie zobaczymy na zmianę jasne i ciemne prążki interferencyjne. W tym wypadku mamy do czynienia z tzw. prążkami „równego nachylenia".

Jeżeli natomiast warstwa nie jest równoległa, a np. jest klinowata i pada na nią szereg równoległych promieni, to wtedy zjawisko interferencji zachodzi nieco inaczej. Ilustruje to rys. 5. W tym wypadku o charakterze interferencji decyduje zmienna grubość warstwy. W zależności od miejsca na jej powierzchni, w których pada promień światła, może powstać wzmocnienie rozszczepionych promieni bądź osłabienie. W ten sposób bezpośrednio na warstwie tworzą się jasne i ciemne prążki i każdy z nich łączy wszystkie te miejsca, w których warstwa ma jednakową grubość. Z tego powodu noszą one nazwę prążków „jednakowej grubości". W wypadku warstwy klinowatej prążki te będą prostoliniowe i równoległe do krawędzi wierzchołkowej klina. Im kąt tego klina jest mniejszy, tym prążki są szersze i oczywiście ilość ich jest mniejsza. Odległość między dwoma jasnymi bądź ciemnymi prążkami odpowiada zmianie grubości warstwy o połówkę długości fali użytego światła.

Nieco inaczej wyglądają zjawiska interferencji na cienkich warstwach przy użyciu światła niejednobarwnego, czyli składającego się z różnych długości fal (np. światła dziennego). Wówczas nie zobaczymy jasnych i ciemnych prążków, ale zabarwione. Dzieje się to dlatego, że w danym miejscu warstwy, przy odpowiedniej jej grubości, zostają wygaszone tylko fale o pewnych długościach, czyli tylko pewne barwy światła, a inne pozostają i powodują charakterystyczne zabarwienie. Jeśli warstwa jest prawie równoległa, to wtedy prążki te są szerokie i rozmywają się w barwne, tęczowe smugi. Tego rodzaju barwne smugi lub pierścienie często spotykamy na mokrej, asfaltowej ulicy. Jest to właśnie interferencja światła dziennego na cienkich warstwach, powstałych z kropel oliwy, benzyny lub nafty, upadających na jezdnię z samochodów i innych pojazdów. Również taka sama jest przyczyna zabarwiania się baniek mydlanych, warstewek tłuszczu na wodzie, cienkich płytek mikowych itp.

Po tym małym wstępie możemy już przystąpić do omówienia najważniejszych zastosowań interferencji w praktyce.

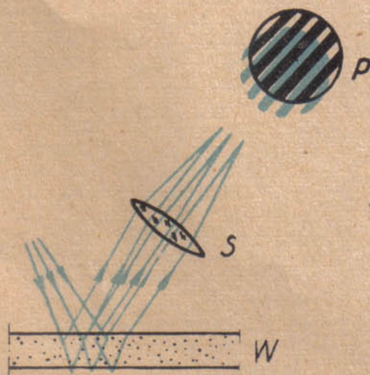
Jak się najdokładniej sprawdza gładkość powierzchni

Wszelkie zakłady optyczne, liczne fabryki i precyzyjne warsztaty mechaniczne muszą wykonywać na różnych częściach metalowych czy też szklanych płaskie i gładkie powierzchnie z dokładnością powyżej 1 mikrona. Tak dokładnie wyszlifowane i wypolerowane powierzchnie można sprawdzać jedynie metodami optycznymi, a w szczególności interferencyjnymi, które są najdokładniejsze i stosunkowo bardzo proste. Niemal powszechnie do tego celu stosuje się tzw. sprawdziany interferencyjne. Są to płaskie, okrągłe płytki, wykonane z pierwszorzędnego gatunku szkła o średnicy najczęściej od 30 do 60 mm i grubości od 10 do 30 mm. Jedna z powierzchni tej płytki, zwana powierzchnią wzorcową, jest prawie idealnie płaska. Płytkę interferencyjną przykładamy powierzchnią wzorcową do sprawdzanej (rys. 6), z jednej strony mocniej przyciskamy, a z drugiej nieco podnosimy, tak aby między obydwoma powierzchniami powstała bardzo cienka, klinowata warstwa powietrza. W pewnej chwili, przy odpowiednim oświetleniu, najlepiej światłem monochromatycznym (np. pochodzącym z lampy sodowej), spostrzegamy na powierzchni badanego przedmiotu prążki interferencyjne.

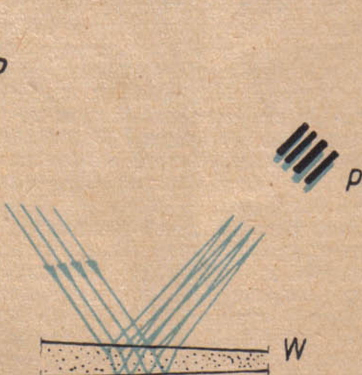
Kto uważnie przeczytał poprzedni rozdział, rozumie już, co się tu dzieje. Po prostu promienie światła, padając na sprawdzian, częściowo odbijają się od jego dolnej powierzchni, a częściowo przechodzą przez klinowatą warstwę powietrza, odbijają się od powierzchni sprawdzanej i wracając z powrotem nakładają się wzajemnie i interferują ze sobą. Mamy zatem do czynienia z prążkami jednakowej grubości. Jeśli prążki te przy każdym dowolnym położeniu sprawdzianu będą prostoliniowe i równoległe względem siebie, to badana powierzchnia jest płaska, jeśli zaś będą one powyginane i niejednakowe, to powierzchnia nie jest dostatecznie płaska (rys. 7). Prążki interferencyjne jednakowej grubości podobnie przedstawiają nam kształt powierzchni sprawdzanego przedmiotu, jak poziomice na mapie geograficznej kształt powierzchni ziemi.

Za pomocą prążków interferencyjnych jednakowej grubości można sprawdzać nie tylko gładkość płaskich powierzchni, ale także powierzchnie innego kształtu, a w szczególności kuliste, wypukłe bądź wklęsłe. Do tego celu służą specjalne sprawdziany o dokładnych, sferycznych powierzchniach wzorcowych (rys. 8). Metoda sprawdzania jest podobna, tylko w tym wypadku nie otrzymuje się prążków prostolinijnych, ale koliste, tzw. pierścienie Newtona. Odstępstwa od regularnych pierścieni wskazują na niedokładności badanych powierzchni. Poza tym mając cały komplet takich sprawdzianów o różnych krzywiznach powierzchni wzorcowej, można równocześnie badać, czy promienie krzywizn, np. soczewek, są odpowiednie.

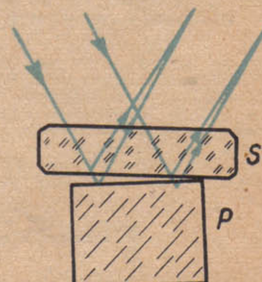
W przemyśle optycznym wymagania co do kształtów powierzchni szklanych części optycznych są bar-



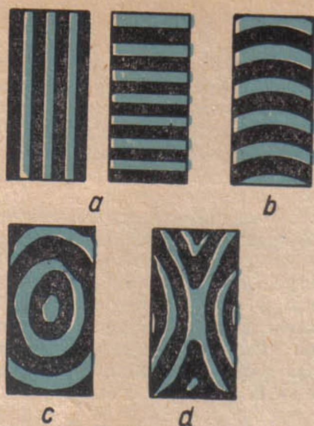
Rys. 4. Powstawanie prążków interferencyjnych „równego nachylenia": W — warstewka płasko-równoległa, S — soczewka zbierająca, P — prążki interferencyjne



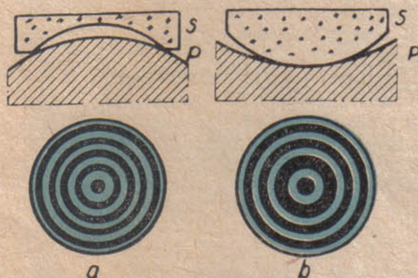
Rys. 5. Powstawanie prążków interferencyjnych „jednakowej grubości": W — warstewka klinowata, P — prążki interferencyjne



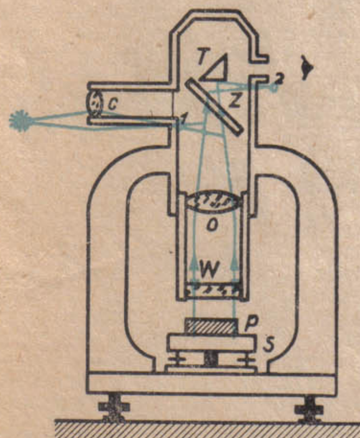
Rys. 6. Sprawdzenie płaskości powierzchni: S — sprawdzian interferencyjny. P — badany przedmiot



Rys. 7. Przykłady obrazów interferencyjnych różnych powierzchni: a — płaskiej, b — lekko cylindrycznej, c — w środku wypukłej lub wklęsłej, d — nieregularnie nierównej

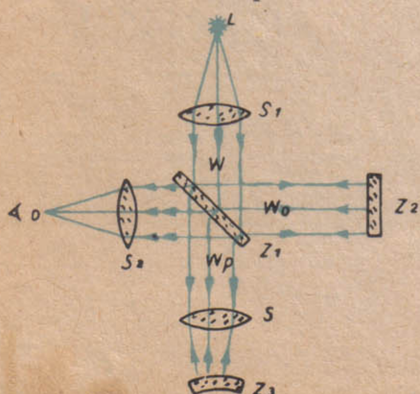


Rys. 8. Sprawdzanie powierzchni sferycznych: a — wypukłych, b — wklęsłych. S — sprawdzian, P — badany przedmiot



Rys. 9. Schemat interferoskopu do sprawdzania płaskości powierzchni: L — źródło światła, C — kondensator, O_1 i O_2 — otwory wejściowy i wyjściowy, Z — zwierciadło półprzepuszczalne, T — pryzmat, O — obiektyw, W — sprawdzian, P — przedmiot

Rys. 10. Schemat interferometru do badania powierzchni soczewek: L — źródło światła, Z_1 — zwierciadło półprzepuszczalne, Z_2 — płaskie zwierciadło odbijające, S_1 i S_2 — soczewki zbierające, S — soczewka badana, W, W W — wiązka światła padającego, przechodzącego i odbitego od zwierciadła Z_1



dzo wysokie. Płaskie powierzchnie zwierciadeł czy też pryzmatów i sferyczne powierzchnie soczewek nie mogą odbiegać od odpowiednich im geometrycznych, idealnych powierzchni więcej niż na 0,1 μ. Do sprawdzania tak dokładnych powierzchni służą specjalne przyrządy zwane interferoskopami. Schemat budowy jednego z bardzo wielu istniejących dzisiaj tego rodzaju przyrządów przedstawiony jest na rys. 9. Przyrząd składa się głównie ze źródła światła monochromatycznego (zazwyczaj lampy sodowej lub rtęciowej z odpowiednim filtrem), półprzepuszczalnego zwierciadła (Z), obiektywu (O), sprawdzianu interferencyjnego (W), mającego dolną powierzchnię dokładnie płaską, i ze stolika (S). Chcąc zbadać jakiś przedmiot (P), umieszczamy go na stoliku, który podnosimy do góry i za pomocą odpowiednich śrub tak ustawiamy, aby między sprawdzaną powierzchnią przedmiotu i powierzchnią wzorcową płyty powstała cienka, klinowata warstwa powietrza. Światło, idące od lampy (L), za pomocą soczewki C skupia się na małym otworze O, następnie odbija się od zwierciadła L, pada na obiektyw O i zamienia się na wiązkę promieni równoległych, które padają na wzorcową powierzchnię sprawdzianu i powierzchnię badaną, odbijają się od nich i wracają z powrotem tą samą drogą. Część tych promieni przechodzi przez półprzepuszczalne zwierciadło, następnie przez pryzmat T zostaje skierowane do otworu O_2, gdzie przystawiamy oko i obserwujemy obraz interferencyjny. Często w miejscu otworu O_2 znajduje się okular z mikrometrem, którym mierzy się odległość między prążkami, jak i ich odchylenia od prostolinijności. W ten sposób można ocenić liczbowo niedokładności badanych powierzchni. Poza tym na takim przyrządzie sprawdza się również równoległość płaszczyzn płaskorównoległych, niezbyt grubych płytek szklanych. Do tego celu wyjmuje się wzorcową płytę, a badaną umieszcza się na stoliku prostopadle do promieni światła, które padając na nią odbijają się od obu jej powierzchni. Jeśli powierzchnie te są względem siebie równoległe, to nie obserwuje się żadnych prążków interferencyjnych i odwrotnie. Z kształtu i ilości prążków oblicza się, jaka jest równoległość boków płytki. W ten sposób można też mierzyć bardzo małe kąty (do kilkunastu sekund) szklanych klinów.

Tego rodzaju interferometry dają wprost nieocenione usługi w fabrykach i warsztatach optycznych przy szlifowaniu i polerowaniu szklanych bloków, pryzmatów, płaskich płytek. Natomiast do dokładnego sprawdzania powierzchni soczewek stosuje się interferometry innego typu. Schemat i wygląd tego rodzaju interferometru przedstawiony jest na rys. 10. Głównymi jego częściami składowymi są: źródło monochromatycznego światła (L), zwierciadło półprzeźroczyste (Z_1), płaskie zwierciadło odbijające (Z_2) i zwierciadło sferyczne (Z_3) oraz soczewki zbierające (S_1 i S_2). Równoległa wiązka światła (W), padając pod kątem 45° na półprzeźroczyste zwierciadło, częściowo odbija się od niego, a częściowo przechodzi. Wiązka odbita W pada następnie prostopadle na zwierciadło Z_2, całkowicie odbija się od niego i wraca z powrotem. W wiązce przechodzącej (W_p) umieszcza się badaną soczewkę (S) tak, aby jej ognisko przypadało w środku krzywizny odpowiednio dobranego zwierciadła Z_3. Wiązka ta po przejściu przez soczewkę pada na zwierciadło Z_3, odbija się od niego i wraca tą samą drogą do zwierciadła Z_1, od którego częściowo odbija się i spotyka się z wiązką przechodzącą przez niego, a odbitą od zwierciadła Z_2. Wiązki te za pomocą soczewki S_2 są skupiane w punkcie O. Umieszczając w tym punkcie oko, przy odpowiednim rozstawieniu zwierciadeł, widzimy na powierzchni badanej soczewki prążki interferencyjne w postaci pierścieni. Z ich kształtu i rozmieszczenia wnioskuje się o jakości powierzchni soczewki. Można przy tym bezpośrednio na soczewce pędzelkiem i tuszem dokładnie zaznaczyć miejsca, w których powierzchnia jest wadliwa, co następnie wybitnie ułatwia pracę przy dalszej korekcji powierzchni soczewek.

Poza tym za pomocą podobnego przyrządu można badać tzw. aberracje, czyli wady optyczne soczewek i całych ich zespołów, które objawiają się w pewien charakterystyczny sposób w obrazie interferencyjnym. Ma to wielkie znaczenie dla przemysłu optycznego przy konstrukcji obiektywów fotograficznych, mikroskopowych, projekcyjnych itp.

Fala świetlna jako miara długości

Ciągły rozwój nauki i techniki wymagał nie tylko coraz precyzyjniejszych metod i przyrządów pomiarowych, ale również zmuszał do szukania bardzo dokładnego wzorca długości. Jak się okazało, główny wzorzec metra, przechowywany w Międzynarodowym Biurze Miar i Wag w Paryżu i jego kopie, znajdujące się w poszczególnych państwach, z różnych względów nie gwarantują wymaganej dzisiaj dokładności. Co gorsza, stwierdzono, że między poszczególnymi wzorcami, prawdopodobnie na skutek procesów starzenia się stopu platynoirydowego i działania różnych warunków zewnętrznych, wystąpiły wyraźne różnice w ich długości. Z niedoskonałości sztucznego wzorca długości zdawano sobie sprawę już od dawna, poza tym obawiano się, że może on ulec zniszczeniu. Dlatego to jeszcze pod koniec ubiegłego stulecia powstała myśl zastąpienia go nowym, naturalnym wzorcem, jakim jest długość fali światła pojedynczej linii widmowej. Pierwszym wykonawcą tej myśli był genialny fizyk-eksperymentator Michelson, który w 1895

roku — wykorzystując zjawisko interferencji światła na specjalnym przyrządzie, skonstruowanym przez siebie — porównał wzorzec metra z długością fali czerwonej linii kadmu, wzbudzanej przy ściśle określonych warunkach. Następnie cały szereg innych badaczy z wielką precyzją kilkakrotnie powtórzyło doświadczenie Michelsona i ostatecznie ustalono, że 1 metr równa się 1553164,13 długościom fali czerwonej linii kadmu. Również inne linie widmowe zostały porównane z długością wzorca metrowego, ale za podstawową wybrano wspomnianą linię czerwoną i długość jej fali równą 6438,4696 Å uznano za nowy wzorzec długości. Jednak ostatnio stwierdzono, że linia ta ma nadsubtelną strukturę (składa się z kilku linii o długościach fali nieznacznie różniących się między sobą) i obecnie są w toku prace nad wyrażeniem metra za pomocą innej, „lepszej" linii, nie wykazującej takiej struktury.

Prace uczonych nad porównaniem wzorca metrowego z długością fal linii widmowych znalazły w ciągu ostatnich 30 lat bardzo ważne zastosowanie bezpośrednio w technice przy pomiarze i sprawdzaniu długości różnych dokładnych, mechanicznych wzorców pomiarowych, a w szczególności płytek Johansona. Do tego celu służą m. in. tak zwane komparatory interferencyjne, tzn. przyrządy pozwalające porównywać długości płytek wzorcowych z długością fali światła lub też jednych płytek z drugimi. Schemat takiego przyrządu przedstawiony jest na rys. 11. Zasada jego działania jest prawie taka sama, jak interferometru przedstawionego poprzednio na rys. 10. Mamy tutaj tylko, zamiast zwierciadła sferycznego Z_3, zwierciadło płaskie, zamocowane na specjalnym ruchomym stoliku. Na zwierciadle tym umieszcza się badaną płytkę pomiarową P. Ta część światła, która przechodzi przez zwierciadło Z, odbija się następnie od górnej powierzchni badanej płytki i od zwierciadła Z_3. W ten sposób rozdziela się na dwie wiązki promieni, które wracając z powrotem odbijają się od zwierciadła Z_1, spotykają się z promieniami odbitymi od zwierciadła Z_2 i interferują z nimi. Przy pomiarze stolik tak się ustawia, aby płaszczyzna zwierciadła, a zatem i płaszczyzna pomiarowa płytki, tworzyła z promieniami padającymi kąt kilkanaście sekund mniejszy lub większy od 90°. Wówczas otrzymuje się obraz interferencyjny w postaci nałożonych na siebie dwóch systemów równoległych prążków, pochodzących od zwierciadła Z_3 i od płytki (rys. 12). Jedne prążki względem drugich są na ogół przesunięte. Jednak do wyznaczenia długości płytki nie wystarcza użycie światła tylko o jednej długości fali, lecz przynajmniej o czterech różnych długościach. Otrzymujemy wówczas cztery obrazy takie same, jak na rys. 12, tylko o różnych przesunięciach prążków. Mierząc te przesunięcia i znając długości fal użytego światła, wylicza się lub z odpowiednich tablic odczytuje długość płytki.

W ten sposób zazwyczaj dokonuje się pomiaru płytek najdokładniejszych, należących do pierwszej klasy jakości. Natomiast płytki gorsze po prostu porównuje się z lepszymi. W tym celu obydwie płytki umieszcza się na stoliku komparatora interferencyjnego i ze wzajemnego przesunięcia się prążków, pochodzących od obu płytek (rys. 13), wnioskuje się o długości porównywanej płytki.

Oprócz opisanego tutaj komparatora istnieje cały szereg innych interferencyjnych przyrządów pomiarowych, które coraz bardziej wypierają z użycia przyrządy czysto mechaniczne, jako już przestarzałe i mało dokładne. Przyszłość precyzyjnej techniki pomiarowej należy do metrologii interferencyjnej.

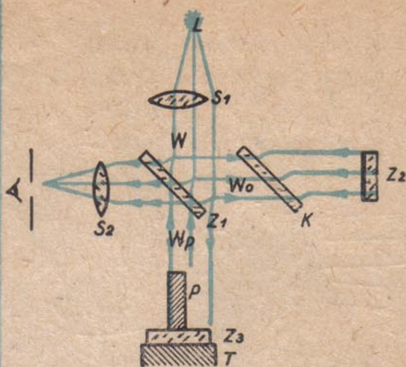
Dylatometr interferencyjny

Niejednokrotnie w technice bardzo ważną rzeczą jest dokładna znajomość współczynnika rozszerzalności cieplnej różnych materiałów. Zjawiska interferencyjne i w tym wypadku umożliwiają nam wyznaczyć ten współczynnik z wielką dokładnością. Do tego celu służy tzw. dylatometr interferencyjny (rys. 14). Składa się on ze stalowego stolika zaopatrzonego w trzy śruby, na których spoczywa możliwie jak najdokładniej wykonana płaskorównoległa płytka kwarcowa o znanym współczynniku rozszerzalności. Pod tą płytką na stoliku umieszcza się próbkę badanego materiału w postaci krążka. Próbkę ustawia się tak, aby między górną jej powierzchnią, na płasko wyszlifowaną, a płytą kwarcową wytworzyła się cienka, klinowata warstwa powietrza. Światło, padając na płytę, odbija się od jej dolnej powierzchni i od powierzchni próbki. Odbite promienie interferują dając prążki jednakowej grubości, które obserwuje się przez odpowiednią lunetkę. Przy podgrzewaniu próbka i płyta kwarcowa rozszerzają się, co powoduje zmniejszenie się grubości warstwy powietrza i przesuwanie się prążków interferencyjnych. Licząc ilość przesuniętych prążków, można następnie dokładnie obliczyć zmianę długości jakiegoś materiału przy ogrzaniu go do pewnej temperatury.

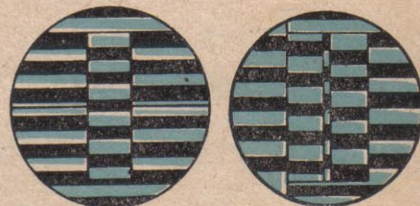
Przyrząd ten znajduje szerokie zastosowanie w metalurgii, w przemyśle ceramicznym (badanie rozszerzalności szkliwa na porcelanie), w przemyśle optycznym, w krystalografii (badanie współczynnika rozszerzalności kryształów w różnych kierunkach).

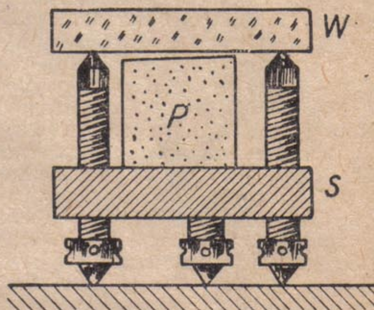
Rozjaśnianie optyki

Ostatnio zjawiska interferencji na cienkich, przeźroczystych warstwach znalazły bardzo ważne za-

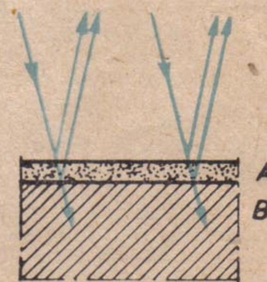


Rys. 11. Schemat komparatora interferencyjnego: L — źródło światła, Z_1 — zwierciadło półprzepuszczalne, Z_2 i Z_3 — zwierciadło odbijające, K — szklana płyta kompensacyjna, S_1 i S_2 — soczewki zbierające, T — stolik, P — badana płytka


Rys. 12. Obraz interferencyjny powstający przy pomiarze płytek Johansona
Rys. 13. Obraz interferencyjny powstający przy porównywaniu płytek pomiarowych

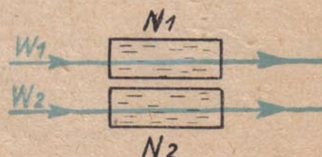


Rys. 14. Dylatometr interferencyjny: W — kwarcowa płyta wzorcowa, S — stolik, P — badana próbka



Rys. 15. „Rozjaśnienie optyki": A — warstwa „rozjaśniająca", B — szkło

Rys. 16. Zasada działania interferometru do cieczy i gazów: W_1 i W_2 — równoległe wiązki promieni, N_1 i N_2 — dwa identyczne szklane naczynia





Rys. 17. Interferometr górniczy

stosowanie w przemyśle optycznym przy redukcji odbić światła od powierzchni soczewek, pryzmatów i innych szklanych części, mieszczących się w przyrządach optycznych.

Jak wiadomo, światło na granicy dwóch optycznie różnych ośrodków, nawet przy prostopadłym padaniu, zawsze ulega w mniejszym lub większym stopniu częściowemu odbiciu. I tak np. przechodząc z powietrza do szkła, względnie odwrotnie, ilość światła odbitego w zależności od gatunku szkła wynosi od 4 do 9%. Przy ukośnym padaniu procent ten jest większy. Współczesne przyrządy optyczne mają kilka, a nawet kilkanaście soczewek i innych elementów optycznych, toteż łączna strata światła na skutek odbicia na wszystkich szklanych powierzchniach wynosi czasami 80% i więcej. Tak duże straty światła są niepożądane, gdyż wpływa to ujemnie na jasność i wyrazistość obrazów wytwarzanych przez przyrząd optyczny. Poza tym światło, odbite od powierzchni soczewek, ulega dalszemu odbiciu od ścian i różnych wewnętrznych części przyrządu, co powoduje powstawanie dodatkowych obrazów i niepotrzebnych odblasków, które pomniejszają kontrastowość właściwego obrazu i utrudniają jego obserwację. Dlatego to odbicie światła na granicy powietrze-szkło stanowiło zawsze wielką przeszkodę przy konstrukcji coraz doskonalszych i lepszych pod każdym względem aparatów optycznych. Obecnie ta przeszkoda po długich i mozolnych badaniach i doświadczeniach niemal całkowicie została przezwyciężona i to właśnie dzięki wykorzystaniu interferencji światła na cienkich warstwach. Osiągnięto to w ten sposób, że powierzchnię szkła pokrywa się przy pomocy specjalnych metod fizycznych bądź chemicznych cieniutką warstewką substancji o odpowiednio dobranych własnościach optycznych (rys. 14). W tym wypadku światło ulega częściowemu odbiciu na granicy powietrze-warstwa i na granicy warstwa-szkło. Promienie odbite — jak już wiadomo — na skutek interferencji, przy odpowiedniej grubości warstwy, mogą się wzajemnie wygaszać. Grubość ta musi być taka, aby różnica dróg optycznych promieni odbitych na obydwóch granicach równała się połówce fali padającego światła lub ogólnie nieparzystej jej wielokrotności. Jeśli przy tym natężenie promieni odbitych jest jednakowe, co się uzyskuje przez dobranie warstwy o odpowiednim współczynniku załamania światła, to wtedy całkowite natężenie światła odbitego równa się zeru i energia świetlna w całości wchodzi do szkła. Przez przyrząd dzięki temu przechodzi więcej energii świetlnej i dlatego obrazy są jaśniejsze i bardziej wyraźne. Na tym właśnie polega „rozjaśnianie optyki" („optyka" w tym wypadku oznacza zespół soczewek, pryzmatów i innych elementów, przez które przechodzi światło w przyrządzie optycznym). Jednak całkowite wygaszenie promieni odbitych możliwe jest dla światła monochromatycznego. W wypadku światła dziennego zostaje wygaszone światło tylko o pewnych długościach fali. Zwykle grubość warstwy tak się dobiera, aby wygaszały się fale światła zielonożółtego, co powoduje, że obiektywy i okulary takich przyrządów wykazują w świetle odbitym niebieskawofioletowe zabarwienie. Po tym zabarwieniu łatwo poznać, czy dany przyrząd ma „rozjaśnioną optykę", czy nie.

„Rozjaśnianie optyki" za granicą na skalę przemysłową stosuje się już od kilku lat. Niedawno i u nas w kraju zaczęto również to stosować, co jest jednym z dalszych ważnych osiągnięć postępu technicznego w naszym stosunkowo młodym przemyśle optycznym.

Interferencyjna analiza cieczy i gazów

Jedną z najważniejszych wielkości fizycznych, charakteryzujących substancje przeźroczyste pod względem optycznym, jest współczynnik załamania światła. Określa on nam tylko kierunek biegu promieni przy przejściu światła z jednego ośrodka do drugiego, ale znając jego wartość można również wyciągnąć szereg danych co do struktury, składu chemicznego, czystości i gęstości wszelkich substancji przeźroczystych a w szczególności gazów i cieczy. Dlatego w praktyce niejednokrotnie konieczna jest bardzo dokładna znajomość tego współczynnika, jak i możność wykrywania nieznacznych jego zmian. Metody interferencyjne i w tym wypadku dają nam największą możliwą dzisiaj dokładność pomiaru. Do tego celu służą specjalne interferometry. Zasada ich działania polega na tym (rys. 16), że dwie równoległe wiązki promieni, pochodzące z jednego źródła światła, częściowo przechodząc przez dwa identyczne szklane naczynia, z których jedno napełnia się substancją badaną, a drugie wzorcową (o znanym współczynniku załamania), uzyskują pewną różnicę dróg optycznych i w polu widzenia lunetki dają obraz interferencyjny w postaci dwóch układów prążków. Jeśli substancja badana ma taki sam współczynnik załamania co wzorcowa, to górny układ prążków zajmuje takie samo położenie, jak dolny. Jeśli natomiast między współczynnikami załamania obu substancji istnieje różnica, to górne prążki względem dolnych są tym bardziej przesunięte, im ta różnica jest większa. Za pomocą specjalnych płytek szklanych, wstawionych w bieg promieni i światła, przez pokręcenie odpowiednią śrubą sprowadza się górne prążki do pokrycia się z dolnymi. Na śrubie tej wygrawerowana jest podziałka, na której odczytuje się różnicę współczynnika załamania między substancją badaną i wzorcową.

Tego rodzaju interferometry mają szerokie zastosowanie w instytutach fizycznych i chemicznych oraz w licznych przemysłowych laboratoriach badawczych, gdzie wykorzystuje się je do wyznaczania składu chemicznego gazów i cieczy, określania zawartości poszczególnych składników w mieszaninie, wyznaczania koncentracji różnych roztworów, badania przebiegu procesów fizykochemicznych, oznaczania ciężaru molekularnego i do wielu innych celów. Również duże zastosowanie mają interferometry w biologii i w medycynie. M. in. służą do badania surowic i analizy krwi (np. wykrywanie alkoholu), do badania przemiany materii.

Interferencyjne metody badań szczególnie duże usługi oddają człowiekowi przy kontroli czystości powietrza i sprawdzaniu zawartości w nim dymu, czadu, dwutlenku węgla, benzolu, pyłu i innych substancji lotnych, szkodliwych dla zdrowia ludzi i niebezpiecznych ze względu na groźbę pożaru. Na rys. 17 pokazany jest tzw. interferometr górniczy, służący do sprawdzania zawartości gazu ziemnego w kopalni. Przyrząd ten umożliwia wykrycie zupełnie znikomych ilości tego gazu w powietrzu, tak że gwarancja bezpieczeństwa przy tego rodzaju kontroli jest niemal stuprocentowa.

Poza tym interferencyjne badania stosuje się w przemyśle gazowym (badanie i kontrolowanie składu mieszaniny gazowej, określanie zawartości benzolu w gazie świetlnym), w przemyśle chemicznym (badanie roztworów garbników), elektrotechnicznym (sprawdzanie zawartości gazu w lampach elektrycznych przy ich fabrykacji), spożywczym, gumowym itp.

Niemożliwe jest na tym miejscu wyczerpać całokształt zastosowań interferencji w praktyce, gdyż jest ich bardzo, bardzo dużo. Tutaj zaledwie ograniczyliśmy się do zapoznania czytelników z niektórymi najważniejszymi przykładami, które obecnie w technice, a w szczególności w mechanice precyzyjnej, jak i w wielu gałęziach przemysłu, oddają wprost nieocenione usługi.

Mgr Maksymilian Pluta



TRANSATLANTYCKI KABEL TELEFONICZNY

GDY RADIO ZAWODZI

Uzyskanie połączenia telefonicznego pomiędzy Europą i Ameryką należy do najzwyklejszych zjawisk współczesnej nam rzeczywistości technicznej. W centrali międzymiastowej zamawiamy rozmowę z dowolnym numerem amerykańskiej sieci telefonicznej i wkrótce... w słuchawce rozlega się głos naszego dalekiego rozmówcy.

Zapewne nie wszyscy wiedzą, że kontynentu Europy i Ameryki nie udało się dotychczas połączyć kablem telefonicznym. Odcinek Oceanu Atlantyckiego, dzielącego oba lądy, pokonuje głos drogą bezprzewodową — za pośrednictwem fal radiowych. Używane są w tym celu głównie fale krótkie (o długości zawierającej się praktycznie w granicach 100-10 metrów).

Fale krótkie rozchodzą się w przestrzeni w sposób dość specyficzny, związany ściśle z istnieniem w górnych rejonach naszej atmosfery powłoki zjonizowanych, tj. naelektryzowanych gazów. Ulegając wielokrotnemu odbiciu między powierzchnią Ziemi a zjonizowanymi warstwami atmosfery, wiązka tych fal może przebyć praktycznie nieograniczony dystans. Nie należą dziś do rzadkości połączenia radiowe pomiędzy przeciwległymi punktami globu (np. między Arktyką i Antarktydą). Pokonanie przestrzeni Europa—Ameryka to dla fal krótkich jedno z łatwiejszych zadań.

Niestety, właściwy falom krótkim sposób rozchodzenia się ma pewne niedogodności. Budowa warstw zjonizowanych, odbijających te fale i pośredniczących w ich wędrówce, zależy od źródeł kosmicznego promieniowania elektromagnetycznego, głównie promieni Słońca. W związku z tym, warunki odbicia zmieniają się ustawicznie, ulegając niekiedy wybitnym nieprawidłowościom. Wówczas, np. w okresach tzw. burz jonosferycznych, łączność radiowa na falach krótkich zostaje zakłócona lub zupełnie przerwana.

Z wymienionych względów, pewność komunikacji telefonicznej pomiędzy Europą i Ameryką daleka jest od absolutnej. Przy współczesnym, wysokim stanie radiotechniki i umiejętności przewidywania warunków jonosferycznych (tej swego rodzaju „pogody" radiowej) istnieje wprawdzie duże prawdopodobieństwo nawiązania połączenia telefonicznego na falach krótkich. Ale tylko... prawdopodobieństwo. Gdy warunki są nie sprzyjające, komunikacja transoceaniczna musi ograniczyć się z konieczności do połączeń telegraficznych. Są one realizowane za niezawodnym pośrednictwem podmorskich kabli telegraficznych, których całe dziesiątki zalegają dziś dno Oceanu Atlantyckiego.

Dlaczego podobnych kabli nie wykorzystano do nawiązania transoceanicznej łączności telefonicznej? Sprawa ta związana jest z odmienną naturą procesów elektrycznych, towarzyszących transmisjom telegraficznym i telefonicznym.

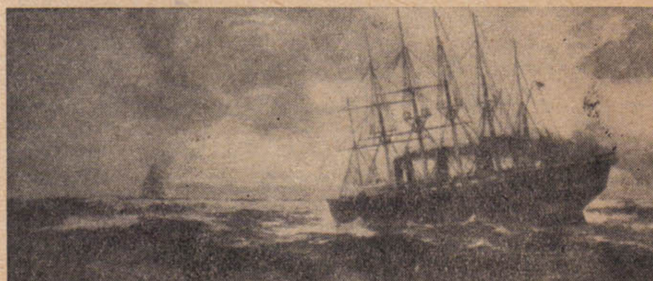
PODOBIEŃSTWA I RÓŻNICE

Dalekosiężne linie kablowe są niezbyt doskonałym środkiem przenoszenia prądu elektrycznego, będącego swego rodzaju „pośrednikiem" transmisji zarówno telegraficznych, jak telefonicznych. Opór elektryczny nawet najidealniej skonstruowanego kabla rośnie wraz ze wzrostem jego długości i powoduje nieuchronny spadek natężenia przesyłanego prądu. Do tego dochodzi jeszcze stały upływ elektryczności na skutek niedoskonałości materiałów izolacyjnych i szereg innych, równie niepożądanych zjawisk. Powodują one w rezultacie, że na końcu kabla prąd jest silnie stłumiony i zniekształcony.

W telegrafii zależy nam jedynie na przekazaniu szeregu oddzielnych impulsów elektrycznych, przejawiających się jako chwilowa obecność prądu w przewodach, a układających się w takt znaków umownego alfabetu. Jeżeli będziemy wysyłać te impulsy dostatecznie powoli, mogą one przebyć kablem transatlantyckim pożądany dystans kilku tysięcy kilometrów. Dotrą one wprawdzie na miejsce przeznaczenia poważnie stłumione i zniekształcone, ale za pomocą specjalnych korektorów i wzmacniaczy (opierających swą pracę na wyzyskaniu własności lamp elektronowych) można z powrotem przywrócić impulsom telegraficznym ich „czytelną" postać, podobną do tej, jaką miały wnikając w kabel podmorski.

Charakter transmisji telefonicznych jest znacznie bardziej skomplikowany. W przeciwieństwie do stosunkowo powolnych zmian prądu wyrażających impulsy telegraficzne, prąd modulowany w mikrofonie aparatu telefonicznego przez fale głosowe — i będący swego rodzaju „tragarzem" elektrycznym — zmienia się ze znacznie większą częstotliwością. Aby sprostać warunkowi dostatecznej zrozumiałości prowadzonych rozmów telefonicznych, konieczne jest

Parowiec „Great Eastern", który w roku 1866 pomyślnie ukończył prace związane z zatopieniem pierwszego transatlantyckiego kabla telefonicznego



przesłanie pasma prądu zmiennego, zawierającego się co najmniej w granicach 300 —2000 okresów na sekundę. Tego rodzaju prądy tłumione są w kablu znacznie silniej niż „powolne" impulsy telegraficzne.

W warunkach naziemnych połączeń telefonicznych zjawisku tłumienia prądów przez kabel łatwo przeciwdziałać. W określonych odstępach (praktycznie nie przekraczających 100 kilometrów) włącza się w linię kablową pośrednie urządzenia wzmacniające. Podnoszą one natężenie prądów telefonicznych, zanim opadnie ono poniżej poziomu pasożytniczych szumów elektrycznych, nieuchronnie wprowadzanych przez kabel.

Budowa stacji wzmacniających nie przedstawia specjalnych trudności w systemie lądowych połączeń telefonicznych. Ale w kablu transatlantyckim... to już sprawa znacznie trudniejsza.

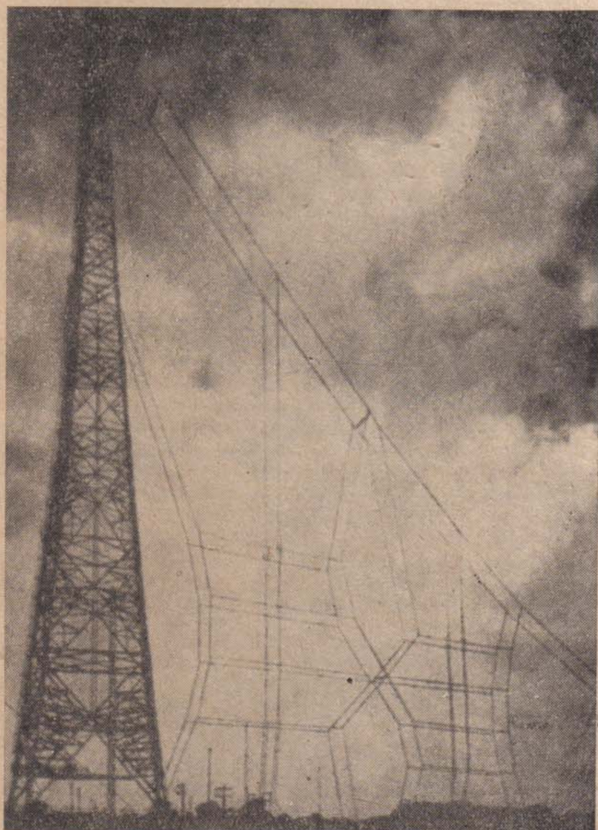
Przed kilku laty towarzystwo „Telephone and Telegraph Co" zdecydowało się przystąpić do założenia pierwszego telefonicznego kabla transatlantyckiego. Projekt jego — skosztorysowany na około 12 milionów funtów szterlingów — objął 7300 kilometrów kabla, zaopatrzonego w kilkadziesiąt podmorskich wzmacniaczy elektronowych.

We wrześniu bieżącego roku pomyślnie ukończono prace związane z wyprodukowaniem i zatopieniem kabla na dnie Oceanu Atlantyckiego. Połączył on szkocki port Oban z miejscowością St. Johns, położoną na wschodnim wybrzeżu Nowej Funlandii, w pobliżu wybrzeża kanadyjskiego.

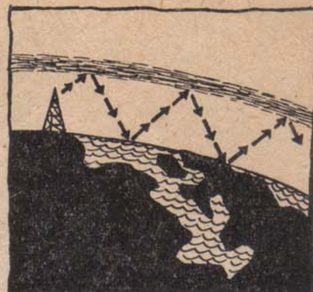
DLACZEGO KABEL KONCENTRYCZNY?

Kabel użyty do telefonicznego połączenia dwu kontynentów ma konstrukcję dość specyficzną. Jeden jego przewód wykonany został w kształcie rurki, wewnątrz której znajduje się drugi przewód, drutowy. Jest to tzw. kabel koncentryczny. Jako materiał izolacyjny zastosowano w nim specjalne tworzywo sztuczne — politen. Całość zamknięta jest w pancerzu ochronnym, który nie obniżając elastyczności kabla, zapewnia mu należytą wytrzymałość mechaniczną.

Jedna z krótkofalowych radiostacji podtrzymujących łączność telefoniczną między Europą i Ameryką



Odbijając się wielokrotnie od warstw zjonizowanych, fale krótkie mogą przebywać praktycznie nieograniczone dystanse



Mimo względnej prostoty konstrukcji, po dwu przewodach kabla koncentrycznego będzie można prowadzić jednocześnie aż... 36 rozmów telefonicznych. Skorzystano w tym celu ze specjalnego systemu tzw. „telefonii wielokrotnej na prądach nośnych" (wyzyskującego wiele procesów fizycznych, będących początkowo wyłączną domeną radiotechniki). Zastosowany kabel koncentryczny przepuszcza z powodzeniem prądy zmienne o częstotliwości zawartej w pasmie od 12 000 — 156 000 cykli/sekundę. Na przesłanie jednej rozmowy telefonicznej wystarczy pasmo 4000 cykli/sekundę. Tak więc, w zakresie przepuszczalności kabla koncentrycznego, wynoszącym 144 000 cykli/sekundę, „mieści" się właśnie 36 jednoczesnych rozmów telefonicznych.

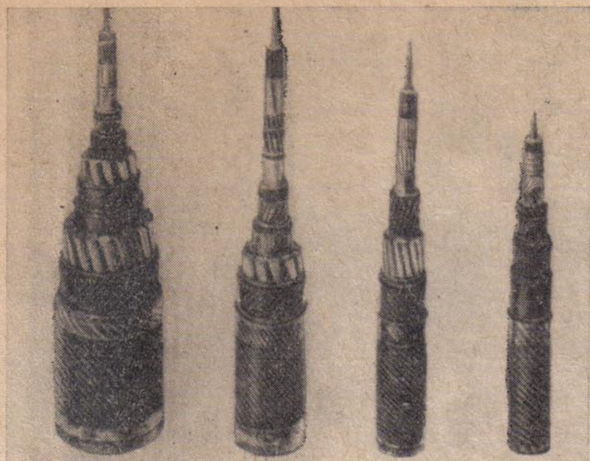
Każda z poszczególnych rozmów moduluje prąd zmienny o innej, ściśle określonej częstotliwości — zawartej w pasmie przepuszczalności kabla — wytwarzany przez oddzielny generator. „Mieszanina" prądów o różnych częstotliwościach, modulowanych przez poszczególne rozmowy, wprowadzona zostaje do kabla. Kolejne wzmacniacze podnoszą poziom tych prądów nie dopuszczając, by opadł poniżej dozwolonej granicy. Po stronie odbiorczej specjalne filtry elektryczne segregują przesłaną kablem „mieszaninę" prądów: oddzielają prądy o różnych częstotliwościach, modulowane przez poszczególne rozmowy. Uzyskana w demodulatorach ich „treść" dźwiękowa skierowana zostaje wreszcie liniami telefonicznymi do aparatów właściwych abonentów.

Rola transatlantyckiego kabla koncentrycznego nie ogranicza się do prowadzenia „mieszaniny" prądów zmiennych, pośredniczących w transmisji poszczególnych rozmów telefonicznych. Przenosi on również prąd stały, zasilający lampy elektronowe każdego z kilkudziesięciu wzmacniaczy.

PODMORSKIE WZMACNIACZE

Wymagania techniczne stawiane podmorskim wzmacniaczom elektronowym są dość szczególne. Muszą one wytrzymać ciśnienie wody na największych głębokościach. Powinny być jak najbardziej proste w konstrukcji, zadowalając się dwoma tylko przewodami zasilającymi. Winny odznaczać się niezawodną pewnością działania i znaczną trwałością (najdrobniejsze nawet uszkodzenie wzmacniacza pociąga za sobą konieczność wyłowienia odpowiedniego odcinka kabla z dna oceanu i jego remontu).

Spośród wielu modeli, dla połączenia transatlantyckiego wybrano typ wzmacniacza wytwarzany przez Bell Telephone Laboratories dla krótkodystansowych podmorskich linii telefonicznych. Zewnętrznie wzmacniacz taki prawie nie różni się od samego kabla. Przedstawia cylinder o średnicy około 5 cm i długości 2 m. Armaturę wzmacniacza stanowią pierścienie stalowe, otoczone rurką miedzianą. Całość jest giętka jak sam kabel, który można normalnie rozwijać z bębnów kablowych, bez stosowania jakichś dodatkowych środków ostrożności. Wytrzymuje z powodzeniem ciśnienie 700 kg/cm^2, co kryje w sobie znaczny współczynnik bezpieczeństwa



Cztery typy kabla koncentrycznego, przewidzianego dla łączności transatlantyckiej



Montaż wzmacniacza podmorskiego przewidzianego dla pierwszego kablowego połączenia telefonicznego kontynentów Europy i Ameryki

(na głębokości 2 km ciśnienie wody nie przekracza 200 kg/cm^2).

Podstawowym elementem wzmacniaczy podmorskich są trzy lampy elektronowe. Pracują one w tego rodzaju układzie, że prąd żarzenia połączonych szeregów katod lampowych i prąd anodowy dostarczane są przez przewody kabla koncentrycznego. Działają przy tym tylko jako wzmacniacz jednokierunkowy. Uczynienie go dwukierunkowym skomplikowałoby dość znacznie konstrukcję wzmacniacza, czego konstruktorzy woleli uniknąć. Decyzja taka nie przyszła im zresztą łatwo. Zamiast jednego kabla musiano bowiem zatopić na dnie oceanu dwa oddzielne kable koncentryczne, każdy dla jednego kierunku rozmów.

Obok właściwego układu lampowego, każdy z telefonicznych wzmacniaczy podmorskich zawiera dodatkowo pewne osobliwe urządzenie. Jest to specjalny, kwarcowy filtr elektryczny nastrojony na jedną, ściśle określoną i charakterystyczną dla danego wzmacniacza częstotliwość. Gdyby kabel zawiódł niespodziewanie, filtry te pozwolą ustalić, który ze wzmacniaczy kryje ewentualny defekt. Na miejsce awarii będzie można wysłać okręt kablowy (w dzisiejszych warunkach jest to istne „pływające laboratorium") z zadaniem naprawy.

Ale to tylko smutna, najbardziej krańcowa ewentualność.

USZKODZENIA SUROWO WZBRONIONE

Wiele kłopotu sprawia technikom naprawa wzmacniacza na pocztowej stacji telefonicznej. Ale co za kolosalna trudność, gdy uszkodzony wzmacniacz znajduje się gdzieś pomiędzy Anglią i Kanadą, na głębokości 2000 metrów pod powierzchnią Oceanu Atlantyckiego.... Konstruktorzy dokładali wszelkich starań, aby uniknąć w przyszłości tej przykrej ewentualności.

Wszystkie elementy, zastosowane do budowy wzmacniaczy podmorskich (jak lampy, opory, kondensatory, potencjometry itp.), były najwyższej jakości. Ich montaż, odbywający się w warunkach laboratoryjnych, przypominał skomplikowany zabieg chirurgiczny. Oczyszczane i klimatyzowane powietrze pomieszczenia, idealna czystość rąk i ubrania pracowników, przechowywanie elementów konstrukcyjnych w hermetycznie zamkniętych naczyniach, drobiazgowa kontrola poszczególnych etapów montażu — oto niektóre z czynników składających się na maksimum pewności nienagannego działania urządzenia.

Osobne zagadnienie w konstrukcji podmorskich wzmacniaczy stanowiły lampy elektronowe. Ich egzemplarze rynkowe ulegają częstokroć przypadkowemu, przedwczesnemu uszkodzeniu. Technika współczesna potrafi jednak produkować typy lamp nierównie trwalszych niż te, których używamy w naszych aparatach radiowych (zresztą do celów „domowych" zbyt kosztownych). Opracowując szczegółowo geometrię elektrod lampowych, stosując do ich wyrobu metale bardzo czyste i troskliwie odgazowane, wytwarzając idealną próżnię — możemy otrzymać serię lamp o dużym współczynniku pewności, dającym gwarancję nienagannej pracy przez wiele lat.

Niezależnie od precyzyjnej techniki produkcji, lampy przeznaczone do wzmacniaczy podmorskich poddane zostały ostrej, długotrwałej i drobiazgowej kontroli. Pewna liczba ich egzemplarzy, wybranych „na wyrywki", przechodzi próbę wytrzymałości w normalnych warunkach roboczych, co pozwalało na ustalenie praktycznej użyteczności lampy po wielu miesiącach nieprzerwanej pracy. Przy najmniejszej dostrzeżonej niedoskonałości odrzucona była cała seria.



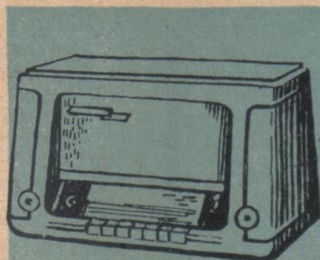
Lampa elektronowa zastosowana w konstrukcji podmorskich wzmacniaczy telefonicznych

W „normalnych" urządzeniach elektronowych lampy pracują zazwyczaj pod pełnym obciążeniem. Zmniejszając obciążenie i poświęcając częściowo wydajność lampy, można jeszcze bardziej podnieść pewność i trwałość jej działania. Dlatego właśnie każdy ze wzmacniaczy podmorskich ma trzy lampy elektronowe zamiast teoretycznie wystarczających dwu. Praca w złagodzonych warunkach pozwala przewidywać, że okres nieprzerwanego działania kabla transatlantyckiego bez remontu wyniesie około 10 lat.

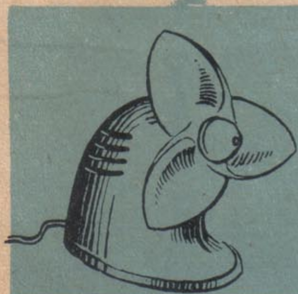
Wstępne próby funkcjonowania pierwszego transatlantyckiego kabla telefonicznego już się rozpoczęły. Precyzja zastosowanej techniki nastraja optymizmem. Należy się spodziewać, że łączność telefoniczna pomiędzy Europą i Ameryką przestanie wreszcie zależeć od kaprysów rozchodzenia się fal radiowych nad oceanem.

Inż. Ryszard Doński

WOLNO



100 W



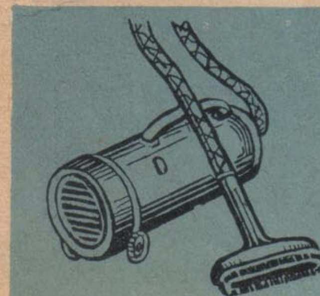
20 60 W

x



150 W

x



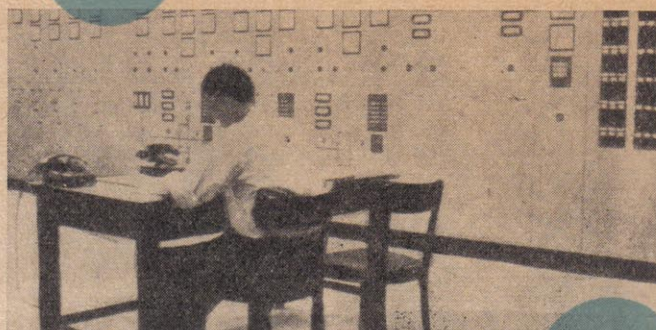
150 W



30 W

x STARAĆ SIĘ NIE UŻYWAĆ W GODZINACH SZCZYTU

SZCZYTY



I DOLINY

CZYLI ZIMOWE KŁOPOTY ENERGETYKÓW

Dwóch młodych ludzi siedzi przy biurku nad kartką papieru milimetrowego i nad czymś z uwagą i zainteresowaniem dyskutuje. Z urywanych zdań dobiegają poszczególne wyrazy: „wykres obciążeń", „szczyt wieczorny", „dolina nocna", „wypełnienie wykresu" itp. Dla przygodnego słuchacza, nie wtajemniczonego w zawiłe arkana gospodarki elektrycznej, zasłyszane słowa nie budzą zastrzeżeń pod względem znaczeniowym, są ogólnie znane i zrozumiałe, lecz te dziwne ich zestawienia... Szczyt jest określeniem znanym i powszechnie używanym, ale dlaczego „wieczorny"? To samo z „doliną nocną" — co ma wspólnego dolina z nocą?

Otóż żeby zrozumieć znaczenie tych słów i umieć czytać wykresy obciążeń okręgów energetycznych, bo właśnie nad nimi siedzieli pochyleni nasi znajomi młodzi ludzie, trzeba zapoznać się z kilkoma zasadniczymi pojęciami energetycznymi i metodami, jakich się używa do analizowania zapotrzebowania energii elektrycznej przez okręgi zasilania. W każdej elektrowni jest zainstalowany przyrząd pomiarowy, który wskazuje, ile w danej chwili mocy elektrycznej pobiera zasilany przez daną elektrownię okręg energetyczny. Pod nazwą okręgu energetycznego rozumie się pewien obszar terenu, w którym znajdują się osiedla ludzkie, miasta, zakłady przemysłowe itp. Jednostką mocy prądu elektrycznego jest wielkość zwana watem. Ponieważ jednostka ta jest mała, a okręgi energetyczne zapotrzebowują ogromne ilości mocy elektrycznej, przeto wygodniej jest w tych przypadkach posługiwać się jednostką 1000000 razy większą, zwaną megawatem.

Wspomniany przyrząd pomiarowy nazywa się megawatomierzem, a wskazania jego są skrzętnie notowane przez dyżurnych ruchu elektrowni. Obserwacje megawatomierza są zapisywane w określonych okresach czasu, np. co 30 min. lub co 1 godzinę.

Uzyskane w ten sposób zestawienia cyfrowe przedstawia się graficznie dla każdej doby osobno. W ten sposób otrzymuje się dla każdej doby w roku oddzielny wykres, tzw. dobowy wykres obciążenia (na jednej jego rzędnej są notowane godziny, a na drugiej megawaty).

Zdawałoby się, że wykresy takie są tylko odzwierciadlaniem suchych danych statystycznych i mogą być przydatne jedynie w biurze danej elektrowni. Czy tak jest, czy nie — osądzimy sami. Jednak przedtem przypatrzmy się wykresom nieco bliżej. Otóż porównując wykresy jeden za drugim z biegiem dni kalendarzowych przekonamy się, że są one do siebie bardzo podobne, lecz nie identyczne. I tak dwa wykresy dni następujących po sobie prawie nie wykazują żadnych różnic. Wykresy obciążeń dni o tej samej dacie, lecz następujących po sobie miesięcy, będą już miały wyraźne różnice, a jeśli weźmiemy wykresy z różnych pór roku, np. zimy i lata, to okaże się, że znacznie różnią się od siebie swą strukturą.

W energetyce utarło się rozpatrywać wykresy dla kilku charakterystycznych dni w roku. Dniami tymi są: dzień roboczy zimowy, dzień świąteczny zimowy, dzień roboczy letni i dzień świąteczny letni.

W godzinach szczytu należy szczególnie oszczędnie gospodarzyć energią elektryczną!

Dlaczego właśnie takie dni są charakterystyczne dla obciążeń elektrycznych? Sprawa okaże się prostą, gdy uprzytomnimy sobie, że zimą dzień jest o wiele krótszy niż latem i zmrok zapada o wiele wcześniej. Fakt ten pociąga za sobą w konsekwencji wcześniejsze zapalanie świateł elektrycznych po południu, jak również korzystanie z oświetlenia elektrycznego rano przed pójściem do pracy.

Zapotrzebowanie na energię elektryczną jest różne nie tylko zimą i latem, ale i w różnych godzinach doby. Również obciążenie dni powszednich różni się od świątecznych, gdy nie pracuje pewna część przemysłu i inaczej układa się życie prywatne przeciętnego obywatela.

Stąd też łatwo wysunąć wniosek, że omawiane wykresy obciążenia dobowego są nie tylko graficznym przedstawieniem pewnych danych liczbowych, lecz odzwierciedleniem życia mieszkańców danego obszaru. Z wykresów tych można łatwo dowiedzieć się o uprzemysłowieniu, a z grubsza można nawet określić, jaki przemysł w danym okręgu przeważa, można wyciągnąć wnioski o życiu kulturalnym, ruchu komunikacyjnym itd.

Wszystkie te wiadomości uzyskamy rozpatrując wspomniane wykresy, naturalnie jeśli będziemy umieli je czytać.

Dobowy wykres obciążenia w postaci swej końcowej, to jest taki, jaki otrzymuje się z danych odczytanych na megawatomierzu danej elektrowni, jest wynikiem nałożenia się na siebie (sumowania) wykresów obciążeń charakterystycznych poszczególnych rodzajów odbiorów.

Każdy rodzaj lub grupa odbiorców ma swój charakterystyczny dobowy wykres obciążenia. Czemu się tak dzieje?

Otóż spowodowane jest to specyficznym dla każdej grupy odbiorców sposobem korzystania z energii elektrycznej.

Spośród wielu grup odbiorców energii elektrycznej wymienimy na tym miejscu najbardziej charakterystyczne:

Przemysł trójzmianowy, dwuzmianowy i jednozmianowy.
Drobny przemysł chałupniczy i warsztaty rzemieślnicze.
Odbiorcy gospodarstwa domowego.
Oświetlenie biur i sklepów.
Oświetlenie kin, teatrów, restauracji, lokali rozrywkowych.
Oświetlenie zewnętrzne ulic i placów.
Wodociągi.
Tramwaje i trolejbusy.
Kolej elektryczna.

Z powyższych grup odbiorców już na pierwszy rzut oka łatwo się zorientować, że każda z nich ma zupełnie inny charakter odbioru energii elektrycznej.

Przemysł trójzmianowy będzie pobierał energię elektryczną mniej więcej równomiernie przez całą dobę. Zaznaczają się tylko spadki obciążenia w momentach przejmowania stanowisk roboczych jednej zmiany od drugiej.

Przemysł dwuzmianowy tej równomierności w przekroju dobowym już nie będzie wykazywał, ponieważ w godzinach nocnych, od 22 do 6 rano, będzie przerwa w pracy, a więc i zmalenie obciążenia elektrycznego.

Przemysł jednozmianowy będzie pobierał energię elektryczną naturalnie tylko w godzinach swej pracy, a więc na przestrzeni około 8 godzin na dobę. Wszystkie te trzy rodzaje przemysłu będą pobierały pewną ilość energii elektrycznej niezależnie od zmianowości. Będzie to energia idąca na oświetlenie i inne cele nie związane bezpośrednio z produkcją.

Drobny przemysł chałupniczy i warsztaty rzemieślnicze będą miały podobny przebieg obciążenia dobowego, jak przemysł jednozmianowy, lecz z dłuższym okresem pracy i nieco innym stosunkiem obciążeń czysto przemysłowych i tak zwanych bytowych. Różnica ta wynika stąd, że przemysł chałupniczy i drobne warsztaty rzemieślnicze przeważnie znajdują się w jednym pomieszczeniu z mieszkaniami ich właścicieli.

Obecnie gospodarstwo domowe pobiera energię elektryczną nie tylko na cele oświetleniowe, lecz również i do zasilania najrozmaitszych grzejników, odkurzaczy, lodówek itp.

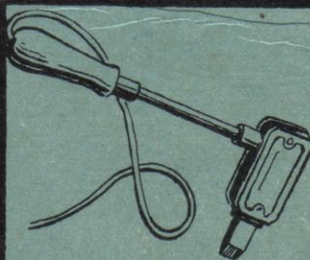
Rozłożenie w czasie poboru energii jest zależne ściśle od trybu życia poszczególnych odbiorców, a w szczególności od sposobu prowadzenia gospodarstwa domowego.

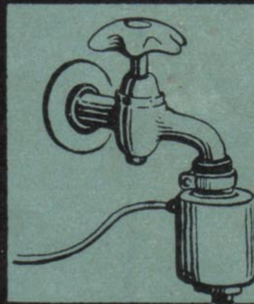
Podobnie w sposób specyficzny pobierają energię elektryczną biura, sklepy, restauracje, lokale rozrywkowe itd.

Oświetlenie zewnętrzne, a więc oświetlenie ulic i placów, jest zależne od pory roku i zapotrzebowanie energii

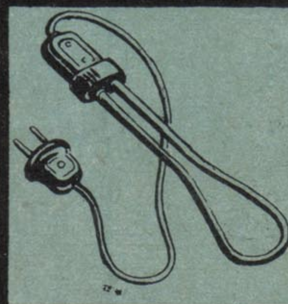
NIE WOLNO


1500 W


300 W


1000 W


300 W

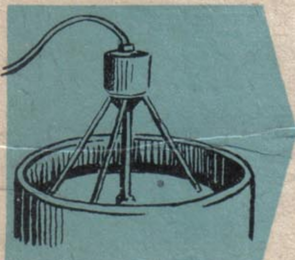

400 1000 W

Nie włączać urządzeń elektrycznych o dużej mocy!

WOLNO



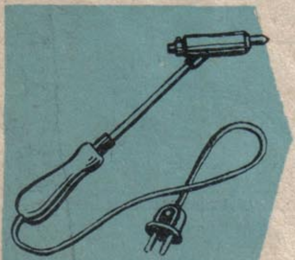
40
100
W



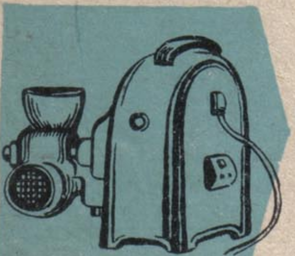
× 60
W



20
W



× 100
W

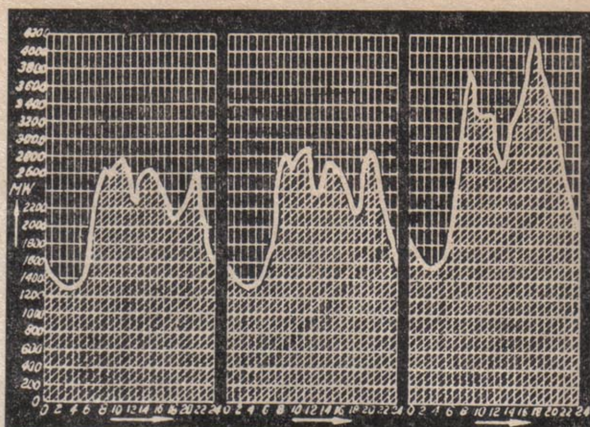


× 150
W



100
W

× STARAĆ SIĘ NIE UŻYWAĆ W GODZINACH SZCZYTU



Rysunek przedstawia dobowe wykresy obciążeń jednego z uprzemysłowionych państw europejskich. Wykres pierwszy jest z maja, drugi z sierpnia, a trzeci z grudnia. Na wykresach tych widać wyraźnie narastanie szczytów świetlnych, zarówno rannego jak i wieczornego, w miarę zmiany godzin wschodu i zachodu słońca

zmienia się rytmicznie wraz ze zmianami długości dni w roku.

Z tego, co dotąd zostało już powiedziane, łatwo się domyślić, że wodociągi i trakcja elektryczna będą pobierać energię elektryczną w sposób narzucony potrzebami mieszkańców danego okręgu. Zapotrzebowanie energii elektrycznej przez wodociągi pokrywa się z zapotrzebowaniem na wodę pitną przez ludność lub przez przemysł, a w szczególności w budownictwie z zapotrzebowaniem na wodę technologiczną.

Trakcja elektryczna wykazuje największe zapotrzebowanie na energię w godzinach największego nasilenia ruchu przejazdów pasażerskich, to jest wtedy, gdy ludność jedzie do pracy lub z niej wraca.

Znając ogólnie główne grupy odbiorców energii elektrycznej zastanówmy się, w jaki sposób na wykresach obciążenia uwidacznia się zwiększenia lub zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną. Zwiększenie zapotrzebowania energii elektrycznej uwidacznia się na wykresie obciążeń powstaniem szczytów, które łatwo można zauważyć na przedstawionych wykresach.

Taki wykres obciążenia do złudzenia przypomina swym kształtem łańcuch górski, stąd też pochodzi nazwa szczytów obciążenia lub też ich dolin. Łatwo się domyślić, że w nocy na ogół obciążenie elektryczne maleje, bo przemysł jednozmianowy nie pracuje, warsztaty rzemieślnicze są nieczynne, no i ludzie przeważnie śpią nie używając energii na cele bytowe. Mówi się dlatego o bardzo charakterystycznych nocnych dolinach obciążenia. Odwrotnie, w godzinach popołudniowych, gdy ludzie kończą pracę, obciążenie wzrasta powodując tak zwane szczyty. Mogłoby się zdawać, że jest to zjawisko nienaturalne, bo skoro ludzie kończą pracę, to i obciążenie powinno maleć.

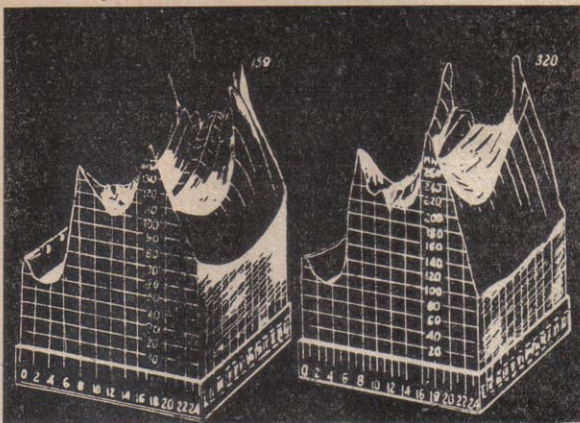
Okazuje się jednak, że obciążenie zakładów pracy jest mniejsze od sumarycznego obciążenia oświetleniowego, odbiorców komunalnych i trakcji elektrycznych. Spróbujmy przeprowadzić krótką analizę powyższych zjawisk:

1. Gdy nad ranem wszyscy śpią, obciążenie elektryczne jest małe. Wtedy jest czynny tylko przemysł trójzmianowy i część oświetlenia łącznie z oświetleniem zewnętrznym w porze zimowej.

2. Obciążenie zaczyna wzrastać w momencie, gdy ludzie wstają do pracy, zapalają światła, uruchamiają kuchenki elektryczne. Gdy zaczynają korzystać z trakcji elektrycznej przy dojeździe do pracy, wytwarza się tak zwany szczyt ranny, który nieco maleje w momencie rozwidnienia się i rozpoczęcia normalnej pracy.

3. W godzinach południowych zaznacza się dolina zwana południową, a spowodowana przerwą obiadową w pracy oraz przejmowaniem stanowisk roboczych w przemyśle przez drugą zmianę.

4. Następnie zaczyna narastać obciążenie aż do najcharakterystyczniejszego szczytu wieczornego, na który w głównej mierze składa się obciążenie świetlne. Szczyt ten przesuwa się w czasie w zależności od pory roku, to jest w zależności od godzin zapadania zmroku.



Jeżeli dobowe wykresy obciążeń z poszczególnych dni roku powycinać i kolejno złożyć jeden za drugim — to otrzyma się tzw. „góry obciążenia". Powyższa ilustracja przedstawia takie „góry" dla jednego z portów europejskich oraz jednego z okręgów przemysłowych Europy

5. Po przejściu szczytu wieczornego następuje stały spadek obciążenia aż do wartości doliny nocnej.

Taki dobowy rozkład obciążeń pociąga za sobą poważne konsekwencje dla energetyki, a w szczególności dla doboru mocy poszczególnych elektrowni. Szczyt elektryczny trwa bardzo krótko (1 godz. — 2 godz.), natomiast przez resztę doby trwa obciążenie o wartości znacznie niższej od wartości obciążenia szczytowego. Z jednej strony elektrownia musi pracować ekonomicznie, a więc mieć wykorzystaną pełną moc maszyn przez największy okres doby, z drugiej zaś strony zakład energetyczny musi gwarantować odbiorcom dostarczenie pełnej, zgłoszonej przez nich mocy o dowolnej porze dnia.

Te dwa warunki zmuszają elektrownie do trzymania pełnej mocy maszyn w gotowości ruchowej. Taka gospodarka jest wysoce nieekonomiczna, gdyż pociąga za sobą zużycie znacznych ilości energii elektrycznej na zaspokojenie potrzeb własnych elektrowni. Większość obciążenia elektrycznego w Polsce jest pokrywana przez elektrownie cieplne — właśnie takie, w których duży procent wytwarzanej energii zostaje zużyty na potrzeby własne.

Istnieje drugi rodzaj elektrowni, których na razie mamy bardzo niewiele, a które na potrzeby własne zużywają minimalne ilości energii. Są to elektrownie wodne. Poza wyżej wymienioną cechą, elektrownie wodne odznaczają się jeszcze inną ważną zaletą dla energetyki — bardzo łatwo i w niezmiernie krótkim czasie mogą być uruchomione. O ile uruchomienie turbozespołu parowego wymaga od kilkunastu do kilku godzin, to uruchomienie pełnej mocy elektrowni wodnej może nastąpić w czasie od kilkunastu do kilku minut. Omówione cechy elektrowni parowych i wodnych zostały wykorzystane w celu racjonalnej i ekonomicznej gospodarki energią elektryczną.

Elektrownie parowe buduje się na moc podstawową — to jest taką, jaka trwa przeciętnie w danym okręgu energetycznym. Natomiast omawiane uprzednio szczyty są pokrywane przez elektrownie wodne.

Widzimy więc, że znajomość i analiza wykresów obciążenia pozwala nie tylko zapoznać się ze strukturą gospodarczą danego okręgu, lecz — co ważniejsze — pozwala planować i prowadzić racjonalną gospodarkę energią elektryczną.

Mgr inż. Tadeusz Krotki

PERSPEKTYWY ŚWIATOWEJ PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Zapotrzebowanie na energię elektryczną na świecie rośnie w niezwykle szybkim tempie. Podczas gdy np. w roku 1948 zużycie prądu wynosiło $61 \cdot 10^9$ kWh, to w końcu roku 1955 zużycie to wzrosło do $160 \cdot 10^9$ kWh.

Według oceny fachowców zużycie energii elektrycznej wzrośnie w roku 2000 pięć do ośmiu razy w stosunku do zużycia tej energii w roku 1952. Produkcja węgla — klasycznego źródła energii — nie nadąża jednak za wzrostem zapotrzebowania energii, wskutek czego niedobór węgla np. w krajach zachodnich Europy (Anglia, Francja, NRF i państwa Beneluxu) wyniesie już w roku 1975 do 37%. Niedobór ma być pokryty przez elektrownie jądrowe, gdyż Europa jest stosunkowo uboższa w węgiel, ropę naftową lub energię wodną niż inne wielkie kontynenty. W wyniku tego stanu rzeczy rosną inwestycje na budowę elektrowni jądrowych. Przewiduje się, że już w roku 1980 jedna trzecia światowej produkcji energii elektrycznej będzie produkowana przez elektrownie jądrowe.

NIE WOLNO



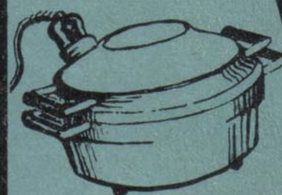
450 W



800 W



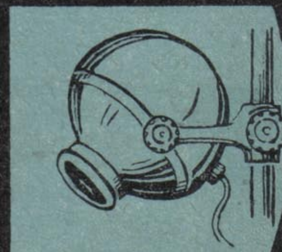
450 1000 W



1000 W



500 W



500 W

Elektronika jest jedną z najmłodszych gałęzi wiedzy technicznej. Dla jej narodzin i rozwoju decydujące znaczenie miały dwa fakty: wytworzenie przez Hertza w roku 1888 pierwszej fali elektromagnetycznej i zbudowanie przez Lee de Foresta w roku 1906 pierwszej triody.

Dziś istnieje cały potężnie rozwinięty przemysł produkujący najrozmaitsze odmiany lamp elektronowych. W kategorii lamp o wysokiej próżni wytwarza się tzw. lampy elektrometryczne, których czułość jest taka, że mogą wykryć i wzmocnić prądy o przepływie 6 elektronów na sekundę, co równa się natężeniu około 10^{-18} A (miliardowa część jednej miliardowej ampera).

Coraz szersze zastosowanie znajdują, szczególnie w telekomunikacji, fale ultrakrótkie. Dzieje radiokomunikacji, rozpoczęte mniej więcej w okresie międzywojennym, zaczęły się od użytkowania fal długich (kilometrowych), później powoli zaczęto przechodzić na fale średnie (hektametrowe) i fale krótkie (dekametrowe). W czasie i po drugiej wojnie światowej długości używanych fal obniżyły się jeszcze bardziej i dziś coraz szerzej stosuje się do różnych celów fale decymetrowe, centymetrowe, a nawet milimetrowe.

Zastosowanie tych najkrótszych fal umożliwiło między innymi stosowanie w telekomunikacji zamiast kosztownych kabli „materialnych" — kabli „powietrznych". Ich zasada polega na tym, że sygnały są przesyłane z jednego punktu do drugiego w postaci wiązki fal. Fale ultrakrótkie pozwalają bowiem koncentrować się i emitować w postaci takich wiązek. Ponieważ jednak rozchodzą się one tylko w promieniu 50—100 km, prawie po liniach prostych (podobnie jak fale świetlne), przeto na ich drodze buduje się stacje-przekaźniki przesyłające po wzmocnieniu falę dalej. Kable powietrzne, nazywane również kablami Hertza, są już dość szeroko stosowane w krajach zachodnich.

Warto zwrócić uwagę, że przypominają one najstarszy telegraf, to znaczy telegraf optyczny, polegający na przesyłaniu znaków optycznych z wieży do wieży zainstalowanych w zasięgu wzroku. Takim telegrafem posługiwał się Napoleon.

CIEKAWĄ NOWOŚCIĄ W DZIEDZINIE TELEWIZJI JEST ZBUDOWANIE PŁASKIEJ LAMPY OBRAZOWEJ. MOŻNA JĄ WYJMOWAĆ Z ODBIORNIKA I NA PRZYKŁAD ZAWIESZAĆ NA ŚCIANIE JAK OBRAZEK. OCZYWIŚCIE OBRAZEK JEST RUCHOMY.

Jedną z największych praktycznych zdobyczy elektroniki są maszyny liczące.

Amerykańska maszyna licząca SWAC Bureau of Standarts składająca się z 2600 lamp elektronowych i 3700 diod germanowych (co nie jest dużo w porównaniu do innych stosowanych maszyn) może wykonać 16 000 dodawań lub 2600 mnożeń na sekundę.

Inna maszyna licząca, IBM 705, może w ciągu minuty wykonać 504 000 dodawań lub odejmowań, 75 000 mnożeń i 33 000 dzieleń.

Istnieją już elektronowe maszyny sylabizujące, które dodając litery drukowanego tekstu, wydają równocześnie dźwięki odpowiadające sylabom. Umożliwia to np. czytanie ślepym.

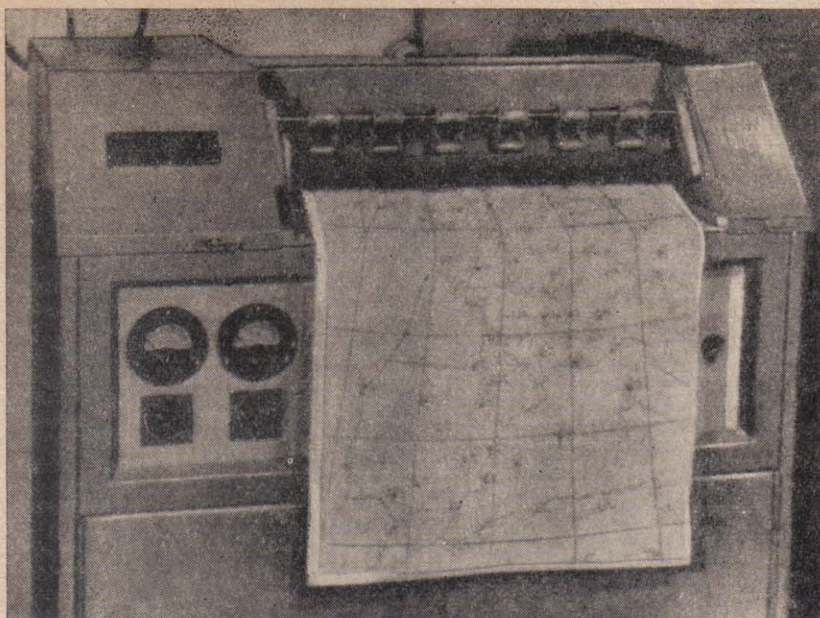
Elektronika jest podstawą rozwoju nowej dziedziny techniki — ultradźwięków. Czy wiecie, że można zapalić bawełnę lub ugotować jajko wkładając te przedmioty w obszar silnego falowania ultradźwiękowego? Że zbliżywszy do tego obszaru naczynie z wodą wywołuje się wodotrysk? Że stałe źródło silnego falowania ultradźwiękowego pozwala na utrzymanie w powietrzu lekkich przedmiotów, jak np. sztuki bielizny itp.?

Dziś są to tylko ciekawostki, lecz jutro mogą być podstawą poważnych procesów przemysłowych.

Elektronika ułatwia wykrywanie wirusów i kryształów. Mikroskop elektronowy daje powiększenie 500 razy większe od zwykłego pozwalając zobaczyć tysiączne części mikronu. Tak wygląda czerwona krwinka krwi powiększona przez mikroskop elektronowy



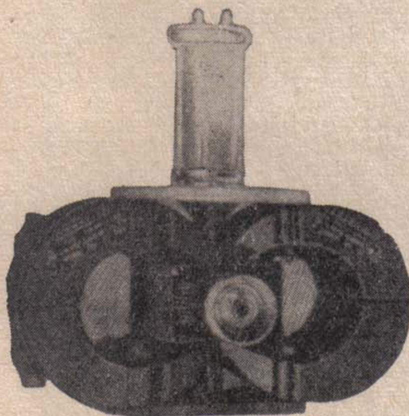
ELEKTRONICZNE CIEKAWOSTKI



Aparat do przekazywania na odległość dokumentów, zdjęć, rycin itp. kablem telefonicznym względnie drogą radiową. Na zdjęciu: automatyczny odbiór mapy meteorologicznej

Elektronika coraz szerzej wkracza w dziedzinę optyki. Powstała już nawet odrębna gałąź wiedzy — optyka elektryczna. Ciekawym jej zastosowaniem praktycznym jest luneta elektronowa, czyli „kocie oczy". W urządzeniu tym wykorzystuje się promieniowanie podczerwone, które nie jest widzialne dla człowieka. Obiekt, który ma być widoczny tylko dla nas, oświetla się promieniami podczerwonymi. Na światłoczułej warstwie lunety powstaje obraz (na tej samej zasadzie, na której działa fotokomórka) tego przedmiotu. Warstwa ta emituje elektrony, które są rzutowane na ekran analogiczny do stosowanych w oscylografach. Dzięki temu na tym ekranie ukaże się obraz przedmiotu, którego normalnie byśmy nie dostrzegli.

Patrząc przez lunetę elektronową, można widzieć w nocy, nie będąc samemu widzianym. Wystarczy tylko oświetlenie danego obrazu reflektorem światła podczerwonego. Luneta taka pozwala widzieć przedmioty, które mając podwyższoną temperaturę nie wymagają specjalnego oświetlenia reflektorem podczerwieni, gdyż ciała ogrzane same wydzielają tego rodzaju promieniowanie.



Magnetron — to jeden z nowych typów lamp elektronowych. W lampie takiej elektrony poddawane są działaniu silnego pola elektromagnetycznego. Ten magnetron używany jest do radarów dużej mocy. Moc jego w impulsie osiąga 1000 kW przy długości fali około 10 cm (3000 Mcykli)



Analizator elektronowy używany przez armię francuską do nastawiania dział przeciwlotniczych. Ma on olbrzymie zastosowanie także w dziedzinie techniki przemysłowej. Przelicza wytrzymałość mostów, dźwigów itp.

Wszystkim naszym Czytelnikom, Autorom i Korespondentom życzymy serdecznie Wesołych Świąt i Pomyślnego Nowego Roku!

NOWOCZESNE METODY
ogrzewania mieszkań

W roku 1954 sprzedano w Polsce gospodarstwom domowym 438 674 tys. m^3 gazu oraz 954 016 tys. kWh prądu elektrycznego. Żeby zorientować się, czy to jest dużo, czy mało, należy te dane przeliczyć na ciepło.

Przy założeniu, że z jednego metra sześciennego gazu można otrzymać średnio 5000 kcal ciepła, zaś z jednej kWh godziny prądu 860 kcal, dochodzi się do wniosku, że gospodarstwa domowe otrzymały w gazie i prądzie w 1954 roku 3000 miliardów kcal.

Natomiast ciepło spalonego na użytek domowy węgla w ilości ok. 13,6 miliona ton rocznie daje 95 000 miliardów kcal (przy wartości opałowej ok. 7 000 kcal/kg).

Widzimy, że gaz i prąd zaspokajają zaledwie 3% zapotrzebowania ludności na energię.

Czy jest to dobre dla naszej gospodarki i odpowiada wymaganiom nowoczesnej techniki? Na pewno nie.

Piece węglowe są bardzo nieekonomiczne. Wykorzystują one zaledwie 15—30% ciepła zawartego w węglu na ogrzewanie mieszkania, reszta idzie przez komin w powietrze. Można śmiało powiedzieć, że 10 milionów ton węgla, z tych 13,6 spalonych w gospodarstwach domowych, zostały zmarnowane i wyrzucone w błoto.

Nasuwa się więc pytanie, czy nie można by tej przestarzałej metody palenia w piecach węglowych zastąpić jakąś inną?

Wiemy, że grzejniki elektryczne mają sprawność 100%, zaś gazowe ok. 70%, więc dlaczego nie są one powszechnie stosowane?

Zacznijmy od pieców elektrycznych. Nowoczesnym rozwiązaniem są tu grzejniki elektryczne z podmuchem i elektryczne kaloryfery. Grzejnik ma moc 700 W. Dwie spirale grzejne po 350 W nawinięte są na rurach szamotowych. Wentylator, napędzany małym silnikiem elektrycznym, skierowuje ogrzane powietrze na pokój. W niewielkim pokoju po pół godzinie temperatura podniesie się ok. 10—15°. Zastosowanie takiego grzejnika ma duże znaczenie w okresie przejściowym w jesieni i na wiosnę, kiedy centralne ogrzewanie nie jest czynne, a ze względu na dzieci trzeba temperaturę pomieszczenia podnieść. Opalanie węglem w takim okresie nie kalkuluje się. Grzejnik może być też używany jako wentylator do chłodzenia. Wtedy spirale grzejne są wyłączone, zaś włączony jedynie wentylator.

W mieszkaniach z ogrzewaniem centralnym w wypadku awarii centralnego ogrzewania można zalecić jako deskę ratunku kaloryfer elektryczny.

Woda znajdująca się w kaloryferze stanowi akumulator ciepła. Moc kaloryfera wynosi 1000—2500 W. Na dłuższą metę nie można jednak zalecić używania kaloryfera, bo kosztowałoby to zbyt drogo.

Przy ogrzewaniu przez 24 godziny na dobę kaloryferem o mocy 2 000 W, przy cenie 39 gr za kilowatogodzinę, jedna doba ogrzewania kosztowałaby zł 19 gr 10.

Czy są możliwości obniżenia ceny prądu tak, by ogrzewanie elektrycznością stało się dostępne dla mas? Możliwości są, ale dopiero za kilka lat, kiedy zostaną zaspokojone palące potrzeby przemysłu.

Zużycie węgla w elektrowniach stale się obniża i dzisiaj zużywa się 580 g węgla dla otrzymania jednej kilowatogodziny prądu. Ponieważ elektrownie zużywają węgiel najgorszego gatunku, koszt węgla na wyprodukowanie 1 kilowatogodziny nie przekracza 10 gr. Naturalnie, koszt produkcji prądu jest większy, bo dochodzi amortyzacja maszyn, budynków, linii przemysłowych, a także koszty obsługi maszyn i koszty handlowe.

Wydaje się jednak możliwe obniżenie ceny prądu do 15—20 gr za 1 kWh. Dalsze obniżenie kosztów prądu jest możliwe po uruchomieniu elektrociepłowni w większych miastach oraz po wybudowaniu elektrowni na tanim paliwie, jakim jest węgiel brunatny.

Budowa elektrociepłowni daje polepszenie sprawności wytwarzania prądu o 20% w stosunku do zwykłych elektrowni.

Wydaje się, że w okolicach odległych od kolei i pozbawionych gazu celowe byłoby obniżenie ceny prądu dla tych użytkowników, którzy zrezygnują z należnego im deputatu węglowego lub jego części oraz korzystać będą z prądu do ogrzewania mieszkań w godzinach nocnych.

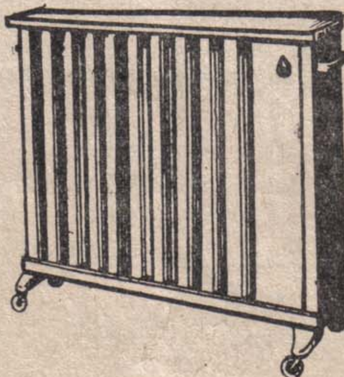
O wiele bardziej ponętną jest perspektywa wykorzystania gazu do opalania mieszkań. Ogrzewanie takie jest stosowane w okręgu krośnieńsko-jasielskim, gdzie znajdują się pokłady gazu ziemnego. Nowe źródła gazu ziemnego stale są odkrywane, jak np. ostatnio pod Mielcem (o wydajności 100 m^3/min.).

Gaz ten ma wysoką wartość opałową, około 8000 kcal na m^3, jednak jest bardzo nieekonomicznie wykorzystany. Spala się go w małych blaszanych piecykach, których sprawność nie przekracza 50%.

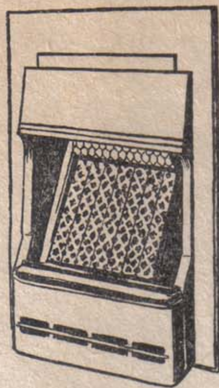
Za granicą spala się gaz w piecach centralnego ogrzewania. Piece takie mają sprawność 70%—75%. Stosuje się automatyczną regulację temperatury przy pomocy termostatów, czyli urządzeń regulacyjnych reagujących na zmiany temperatury. W termostatach bimetalicznych płytka z dwu metali, wskutek nierównomiernego nagrzewania się dwu metali, zakrzywia się i nastawia zawór dopływu gazu. W termostatach gazowych czynnik gazowy, np. SO_2, znajduje się w mieszku z blachy miedzianej i przy rozszerzeniu się pod wpływem ciepła rozciąga harmonijkę mieszka oddziałując na zawór. Automatyczna regulacja temperatur w porównaniu z ręczną daje oszczędność paliwa ok. 25%. Raz zapalony gaz w piecu centralnego ogrzewania pali się bez nadzoru całą zimę. Ponieważ niepotrzebne jest ani ładowanie, ani usuwanie popiołu, proces odbywa się bez palacza, co obniża



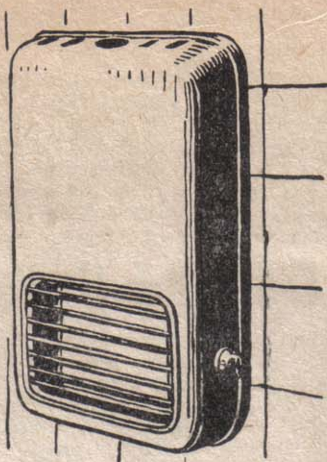
Nowoczesny grzejnik elektryczny z podmuchem



Elektryczny kaloryfer



Grzejnik gazowy typu pokojowego kominka



Mały grzejnik gazowy zawieszony na ścianie promieniujący promieniowanie podczerwone

koszt centralnego ogrzewania. Ze względu na niewielkie ilości gazu ziemnego w Polsce, należy się liczyć z jego wykorzystaniem do potrzeb lokalnych i tam stosować centralne ogrzewanie tego typu.

Natomiast istnieją możliwości wykorzystania gazu koksowniczego do celów ogrzewania. Gaz ten ma wartość opałową 5000 kcal i z każdej tony węgla otrzymuje się go 400—450 m³.

Biorąc pod uwagę rozwój naszych hut w planie 5-letnim przewidziany jest wzrost produkcji gazu koksowniczego o 75%. Gaz ten jest produktem ubocznym i kalkulowałby się bardzo tanio, gdyby nie wysokie koszty rurociągów. Obecnie buduje się w Polsce rurociąg ze Śląska do Warszawy. Rurociąg ten doprowadzi gaz koksowniczy ze Śląska i z Częstochowy do Warszawy oraz mniejszych miast na jego trasie, jak Piotrków, Radom itp.

Centralne ogrzewanie gazowe jest więc ogrzewaniem najbliższej przyszłości dla małych miast na magistrali gazowej Śląsk — Warszawa.

Obok centralnego ogrzewania gazowego godne polecenia jest stosowanie małych piecyków do ogrzewania poszczególnych pokoi. Dzięki dużemu postępowi za granicą sprawność takich piecyków wynosi 75%. Piecyk o wydajności 2000 kcal/godz. zużywa około ³/₄ m³ gazu miejskiego o wartości opałowej 3600 kcal/m³.

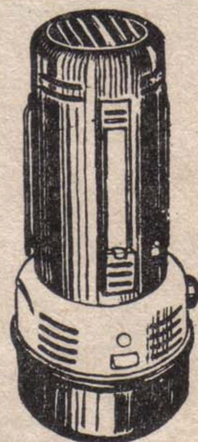
Opalanie piecykiem przez całą dobę kosztuje 8 zł 88 gr (przy cenie za 1 m³ — 50 gr).

Dla uzyskania tej samej ilości ciepła z piecyka kaflowego należałoby spalić ok. 35 kg węgla, co przy cenie 30 gr za 1 kg węgla z dostawą do piwnicy kosztowałoby 15,50 zł.

Grzejniki gazowe zbudowane są na różnych zasadach. Niektóre są udoskonaleniem dawnych grzejników typu kominka i ich działanie polega na promieniowaniu samego płomienia, jak i rozgrzanych elementów metalowych. Większe z nich ustawia się w pokojach, mniejsze wiesza na ścianach i toaletach. Promieniują one głównie promienie podczerwone. Innym typem jest grzejnik konwekcyjny. Gazy spalenia, zanim wydostaną się do komina, błądzą w grzejniku nagrzewając jego ściany. Od ścian tych nagrzewa się powietrze. Jeszcze innym typem jest grzejnik, zwany przez wytwórnię rekuperacyjnym, który łączy w sobie elementy grzejnika promiennikowego i konwekcyjnego. We wszystkich tych typach intensywność płomienia regulowana jest termostatem, przy czym stosuje się zabezpieczenia na wypadek spadku ciśnienia gazu.

Główne doprowadzenie gazu zostaje zamknięte samoczynnie, o ile zgaśnie płomyk.

W chwili zapalenia zapałką płomyka rozgrzewa się bimetaliczna membrana, która otwiera zawór na głównym doprowadzeniu gazu. Grzejniki są zaopatrzone również we włącznik czasowy. Daje to duże oszczędności gazu. Wychodząc np. do pracy można nastawić włącznik gazu na 2 godz. przed spodziewanym powrotem. Wracając ma się mieszkanie ogrzane. Podobnie można nastawiać grzejnik wieczorem na ogrzewanie w godzinach rannych tak, żeby w chwili wstawania z łóżka mieszkanie było dobrze ogrzane. W wioskach lub małych miasteczkach, gdzie nie ma instalacji gazowych, rozpowszechniły się na Zachodzie piecyki na olej opałowy lub płynny gaz. Dzięki niskim cenom tych paliw oraz ich wysokiej kaloryczności eksploatacja tych piecyków kalkuluje się tanio, a ich cena wskutek małych wymiarów i prostoty konstrukcji jest niska.

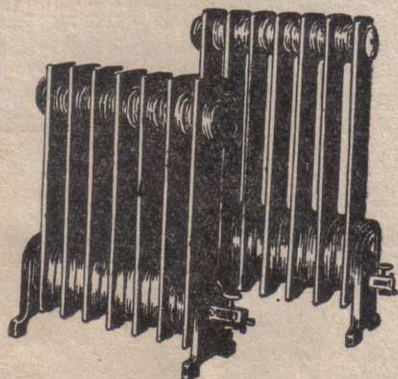


Piecyk na olej opałowy o wydajności 1975 kcal/godz., zużyciu paliwa 1 litra na 4 godziny i wadze 4 kg

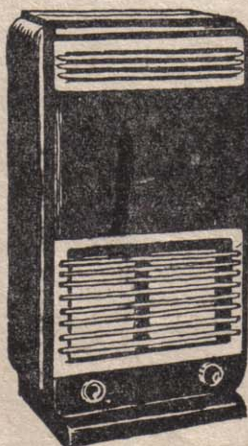
Czy wobec postępów w elektryfikacji i gazownictwie stare ogrzewanie węglowe zostanie całkowicie wyparte? I tu robione są ulepszenia, głównie w centralnym ogrzewaniu.

Piece centralnego ogrzewania wyposaża się w termostaty oraz ulepsza ich budowę tak, że sprawność tych pieców osiąga 70% i więcej.

W budownictwie uprzemysłowionym w ZSRR zastosowano betonowe elementy ogrzewnicze jako organiczne części konstrukcji budowlanych. Zastosowanie tych elementów pozwala na zmniejszenie zużycia metalu w porównaniu z grzejnikami żeliwnymi 3—5 razy, zmniejsza koszt robót montażowych przy zastosowaniu podokiennych elementów grzejnych o 20%, a przy



Grzejnik gazowy typu konwekcyjnego



Grzejnik gazowy rekuperacyjny

zastosowaniu betonowych elementów grzejnych w ścianach działowych więcej niż 2 razy.

Ponadto pracochłonność przy montażu samych elementów w porównaniu z grzejnikami żeliwnymi zmniejsza się 5 do 8 razy.

Niezależnie od powyższego przy zastosowaniu tego rodzaju elementów grzejnych odpada budowa nisz, a montażowe czynności manipulacyjne ograniczone są do minimum.

W uprzemysłowionym budownictwie można stosować bloki ścienne z wmontowanymi w nie betonowymi elementami grzejnymi, jednak najbardziej korzystne jest montowanie elementów ogrzewniczych wmontowanych w ścianki działowe. Zwiększa to wydajność ciepła z 1 m^2 powierzchni do 40% i pozwala ogrzewać równocześnie dwa pomieszczenia.

W betonowych elementach umieszcza się rury 3/4" lub 1" w odstępach 200 mm.

W krajach Europy zachodniej oraz w Ameryce Północnej coraz częściej stosuje się ogrzewanie w połączeniu z klimatyzacją.

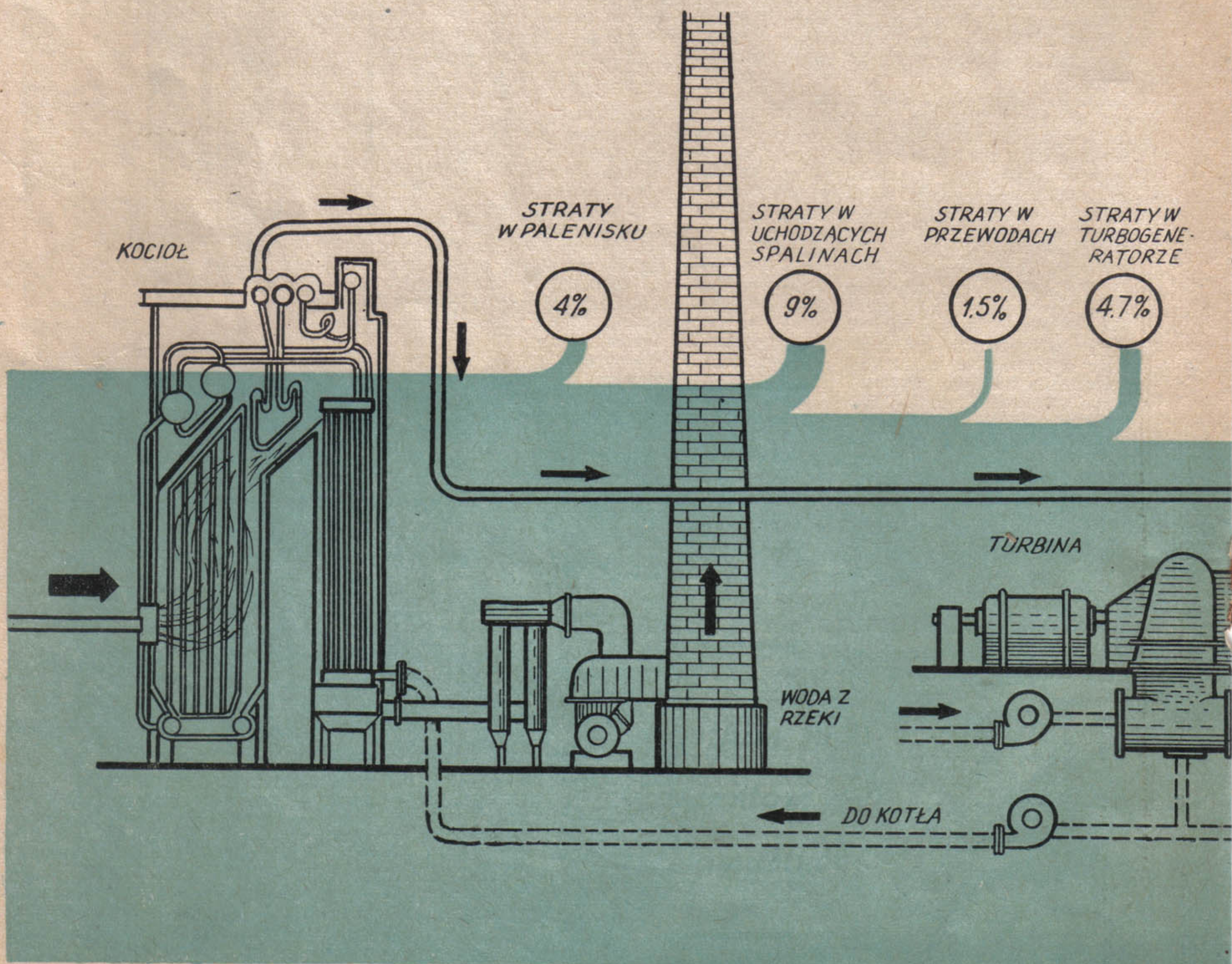
Ogrzewanie w zimie zostaje w lecie zastąpione przez chłodzenie. Prócz tego powietrze zostaje w zależności od potrzeb nawilgocone lub osuszone.

Urządzenia klimatyzacyjne umieszcza się w formie grzejników pod ścianami lub zabudowuje w szafkach pod oknami, umieszcza się także pod sufitem w formie płyt aluminiowych z perforowanej blachy z siatką rur doprowadzających wodę.

ELEKTRO CIEPŁOWNIA • ELEKTRO

„Elektrownia cieplna" i „elektrociepłownia" — mimo że te dwie nazwy są do siebie bardzo podobne, to jednak różnica jest zasadnicza — pierwsza wytwarza tylko energię elektryczną, druga — energię elektryczną i cieplną.

W elektrowni cieplnej paliwo spalane w paleniskach kotłów służy do wytwarzania pary, która jest skierowana do turbiny parowej. Ilość energii cieplnej zawartej w parze, czyli jej stan, określony jest jej ciśnieniem i temperaturą. Wielkości te nazywają się parametrami pary. Im większa jest różnica między początkowym stanem pary (przed turbiną) a końcowym (za turbiną), tym więcej można wytworzyć z niej energii elektrycznej. Żeby parametry pary w kondensatorze, gdzie skrapla się para po wykonaniu pracy w turbinie, były jak najmniejsze, kondensator należy bezustannie ochładzać. Zazwyczaj dokonuje się tego za pomocą wody czerpanej wprost z rzeki. Woda ta, po ochłodzeniu kondensatora, wyrzucana jest z powrotem do rzeki, ograzwszy się do 15—30°C. Razem z wodą uchodzi do rzeki więcej niż połowa



Zastosowanie urządzeń klimatyzacyjnych do ogrzewania mieszkań jest jednak małe.

Związek Radziecki, CSR i Polska wybrały inną drogę postępu w ogrzewaniu mieszkań. Jest nią rozwój ciepłownictwa. Rozbudowa elektrociepłowni w ZSRR w roku 1954 dała oszczędność 3 miliony ton węgla, 4000 kotłów centralnego ogrzewania, co odpowiada oszczędności 30 000 ton metali, a dalej oszczędność 5000 palaczy i 60 000 m^2 powierzchni użytkowej. Dobra izolacja rur rozprowadzających gorącą wodę pozwala zniżyć spadek temperatury wody do 0,1—0,15 na kilometr rurociągu.

Oszczędność paliwa w stosunku do zwykłych elektrowni wynosi 20%.

W elektrociepłowniach można spalać węgiel w bardzo złym gatunku o zawartości 27% popiołu i 30% wilgoci.

W Polsce po przystosowaniu elektrowni warszawskiej na Powiślu do celów ciepłownictwa, po budowie elektrowni na Żeraniu i przyłączeniu do sieci cieplnej 3,6 miliona m^3 budynków planuje się dalszą rozbudowę ciepłownictwa. Buduje się elektrociepłownię Łódź, dostosowuje się dla ciepłownictwa elektrownie bielską i wrocławską. Przewiduje się przeprowadzenie podobnych prac w Gdańsku i w kilku innych większych miastach.

Ze względu na węgiel jako nasz główny surowiec energetyczny, postawienie na kartę „elektrociepłownia" wydaje się najsłuszniejszym pociągnięciem w rozwiązaniu zagadnienia ogrzewania mieszkań.

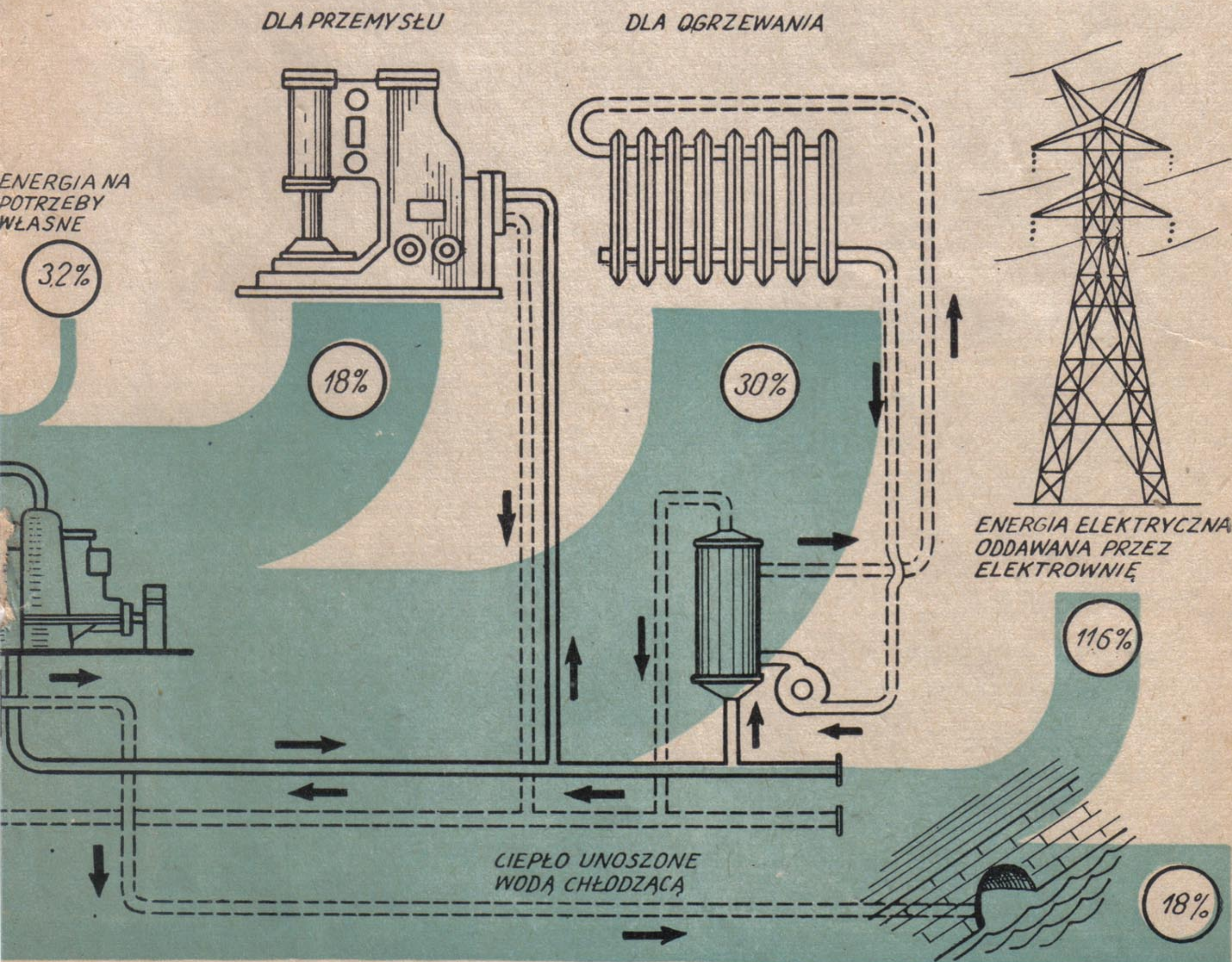
Inż. Lesław Łowczyński

CIEPŁOWNIA • ELEKTRO CIEPŁOWNIA

ciepła zawartego w paliwie. Do wykorzystania bowiem ta zaledwie letnia woda się nie nadaje.

Inaczej sprawa wygląda w elektrociepłowni. Energię elektryczną otrzymuje się tutaj tak samo, jak w zwykłej elektrowni cieplnej: para z kotła trafia do turbin, które napędzają generatory elektryczne. Ale w turbinach elektrociepłowni nie cała ilość pary pracuje tak długo, aż osiągnie odpowiednio niską temperaturę i ciśnienie, część jej o ciśnieniu 1,2—8 atmosfer pobierana jest dla celów ogrzewania. Pobrana z turbiny para trafia do specjalnego wymiennika ciepła, w którym nagrzewa ona wodę tłoczoną do instalacji centralnego ogrzewania.

Z turbin można także pobierać parę o wyższym ciśnieniu i kierować ją do zakładów przemysłowych dla celów produkcyjnych. Trzeba pamiętać, że im niższe są parametry pary opuszczającej turbinę, tym ekonomiczniej pracuje elektrociepłownia, ponieważ możemy wówczas większą część ciepła zawartego w parze zamienić na energię elektryczną.



Chi-hua-hua

To chyba on. Tak, ten sam zawsze zziębnięty, haczykowaty nos, szrama na policzku i miękki, falisty ruch ręki, kiedy przygładzał kędzierzawą, dziś już siwiejącą czuprynę.

Politechnika w Liège. Ileż to lat temu? Ano, dwadzieścia.

— Ha, czas nie oszczędził tej twarzy — myślałem patrząc na wysokie czoło zorane zmarszczkami, zapadnięte policzki i dwie głębokie bruzdy wbite w kąty ściśniętych ust.

Wyjął chustkę i siąknął potężnie. Tak, to on — Francesco.

— Przepraszam, czy pan Castellani? — zwróciłem się do sąsiada z lewej strony.

Siedziałem na skraju drugiego rzędu krzeseł, w dużej sali znajdującej się w centrum miasta. Miał się tu zaraz zacząć konkurs „Zgaduj-zgadula".

Zmuszony okolicznościami, od kilku już dni utknąłem w tym mieście zabijając czas samotną włóczęgą po galeriach obrazów i muzeach. Na krótko przed wieczorem, zjadłszy obiad w sennej i brudnej, lecz taniej restauracji na peryferiach miasta, blisko domu, gdzie zamieszkiwałem, zapadałem w ciche, zalatujące pleśnią wnętrze hotelowego pokoiku.

Wczesna jesień objęła miasto, a z nią deszcze nadeszły uporczywe, trwające już od tygodnia. Patrząc przez okno na plac pusty, chłostany szarugą, na rozkołysane lampy uliczne w mglistych aureolach, nie mogłem się zdobyć na ucieczkę z hotelu przed nudą samotnego wieczoru. Zostawałem w domu. Jakieś tam dzieło literatury i słownik, to znów dzienniczek podróży w żółtym kręgu lampy biurkowej. Długie, ospałe wieczory nie próżnującego próżnowania, bo niepotrzebnych studiów nad językiem kraju, gdzie nie mogła mnie chyba przygonić już żadna przygoda, niepotrzebnego spisywania wrażeń, których na pewno nikt czytać nie będzie.

Tydzień takiej mniszej izolacji od świata wystarczył, ale przyszła reakcja.

Pewnego ranka, kiedy odsunąłem zasłonę z okna i przez zapotniałe szyby dzień zajrzał do środka znów dżdżysty i chłodny, odczułem nagłą, gwałtowną niechęć do samotnego błąkania się w mrocznych nawach bazyliki, gdzie miałem zamiar tego dnia skierować swe kroki. Objęło mnie niepohamowane pragnienie towarzystwa ludzi, tego bujnego rytmu, jakim tętniło miasto, jakiejś wspólnej emocji w rozkrzyczanym tłumie. Podniosłem gazetę, która leżała na korytarzu, za drzwiami. Teatr, kino, wyścigi konne, konkurs „Zgaduj-zgadula". Hm, niech będzie to ostatnie. A więc przedpołudnie w jakiejś gwarnej kawiarni, potem luksusowy obiad, a wieczorem właśnie ten konkurs.

Francesco przyglądał mi się przez chwilę.

— Tak — potwierdził. — I ja również poznaję pana.

Wymienił moje nazwisko, tak samo jak przed laty kalecząc je niemiłosiernie.

Rzuciłem mu kilka szybkich pytań. Odpowiadając cichym monotonnym głosem rozesłał przede mną minione od studiów lata równe, gładkie i szare, takie, jakimi rodziły je pragnienia naukowca, skupione jedynie na swoim wąskim odcinku wiedzy.



— Czy interesują pana takie konkursy? — zapytałem nie ukrywając lekkiego zdziwienia.

— Ach, nie — odrzekł z niechęcią w głosie. — Jestem tutaj w innej sprawie.

Poklepał grubą, wypchaną teczkę, którą trzymał na kolanach, po czym zawahał się na chwilę, jakby chciał coś wyjaśnić, ale powstrzymał się i rzucił wzrokiem po sali.

Była wypełniona po brzegi. Wrzała równym, bez wybuchów bulgotaniem rozmów, czekając niecierpliwie, bo nikt się nie zjawiał na scenie, choć pora konkursu była już bliska.

Być może przez kontrast mojej zimnokrwistej natury i nerwów rozleniwionych samotnością, odczuwałem szczególnie mocno tę skupioną poza moimi plecami energię tłumu, którą za chwilę prowadzący konkurs signor Sirola tak umiejętnie przetwarzać będzie we wrzawę, śmiech i oklaski.

We wnęce dla orkiestry ucichło strojenie instrumentów. Nagle, głusząc gwar rozmów, wybuchł „Marsz gladiatorów".

— Oni niemal wyłazili ze skóry na ostatnich konkursach — zwrócił się do mnie Francesco.

Lekceważące machnięcie dłonią wstecz i położenie nacisku na słowo „oni" podkreślało, jak dalece obojętne mu były tego rodzaju emocje.

— Zaczęło się to przed dwoma miesiącami — ciągnął dalej. — Pink, nazywa się Pink. Właśnie przyjechał wtedy z zagranicy. Nikt nie wie jednak, jakiej jest właściwie narodowości. Zresztą kogo to tutaj obchodzi. Mówią, że jest znanym za granicą sportowcem-automobilistą, że często bierze udział w wyścigach samochodowych i że zwyciężył w kilku takich zwariowanych imprezach.

Francesco znów wyciągnął chustkę, wytarł nos i mówił dalej.

— Pink przyszedł tutaj po raz pierwszy właśnie przed dwoma miesiącami i wziął udział w konkursie. Dociągnął zaledwie do trzeciego pytania i zawalił się na nim. Wówczas rozwścieczony niepowodzeniem urządził na scenie tak ordynarną awanturę, że siłą musiano go usunąć z sali. Miał widocznie złą passę tego wieczora, bo w kilka godzin potem zdarzył mu się wypadek. Upił się i prowadząc samochód ściął nim latarnię na autostradzie tuż za miastem. Oczywiście osmarowano go w gazetach nazajutrz. W dwa tygodnie po wypadku z obandażowaną głową i w usztywniającym kręgosłup i szyję gorsecie, wypadek był widocznie dość poważny w następstwa, zjawił się tutaj znowu i jak gdyby nic się nie stało, wziął udział w konkursie. Tym razem spokojnie, bez awantur. Nic dziwnego, bo zaczął wygrywać. I to jak. W trzech kolejnych konkursach zagarnął już sporą gotówkę dochodząc za każdym razem aż do dziesiątego pytania. Zyskał sobie sympatię publiczności, której imponuje zarówno swoją wszechstronną erudycją, jak i nonszalanckim zachowaniem. Jest teraz główną atrakcją konkursów. Z zapartym oddechem publiczność wyczekuje na jego trafne odpowiedzi, kiedy gra zaczyna iść już o grubsze stawki. Trzeba przyznać, że Pink jest pewnego rodzaju fenomenem, jakby chodzącą encyklopedią.

Umilkł i zwrócił się w stronę sceny.

— Otóż i Sirola — rzekł.

Na scenie wysoki, atletycznej postaci brunet giął się w głębokim ukłonie. W głębi przy stoliku jury, trzech starszych panów, sadowiło się wygodnie w fotelach tuż obok dużej, szkolnej tablicy przykrytej szczelnie czarną zasłoną.

Suchym gestem ręki Sirola zgasił orkiestrę.

— Drodzy państwo — przemówił miękkim, aksamitnym głosem, który mu zdobył w mieście miano „księcia spikerów". — Drodzy państwo. Otwieram jubileuszowy wieczór, którym kończymy pierwszą setkę naszych konkursów. Oto powód, który skłania mnie do powiedzenia kilku słów poważnych.

Zaczerpnął powietrze głęboko w płuca i podniósł głos o ton wyżej.

— Wiek energii jądrowej, elektronowych móz-

gów, naddźwiękowych szybkości, być może międzyplanetarnych podróży. To mózg ludzki wyniósł nas na te wyżyny, mózg, za który jak dotąd mało płaci Fortuna. Jakże rzadko przed swoją decyzją bada wnętrza ludzkich czaszek, ba, darzy swoim uśmiechem raczej zwykłych spryciarzy, aniżeli posiadaczy mózgów w szlachetnym znaczeniu tego słowa. Proszę państwa. Staramy się tutaj, aby choć trochę wynagrodzić tę niesprawiedliwość. Zasadą naszą jest ucieczka od rzeczywistości, śmiech i wesołość dla szarych ludzi, a...

Sirola przerwał, gdyż drzwi trzasnęły w głębi sali i szmer podniósł się w tylnych rzędach.

Usłyszałem, jak czyjeś ciężkie kroki zbliżają się od wejścia.

— Pink — odwracając się mruknął Francesco.

— Pink, Pink, Pink — tu i ówdzie strzeliło po sali jak rozgniatane kapiszony.

Sirola uprzejmie kiwnął ręką ze sceny.

— Witam, witam — rzucił w przejście. — Ach, drogi panie Pink. Teraz już tylko na pana publiczność zwróci uwagę. Przepadł mój wspaniały patos i efekt przemówienia, ale witam, witam. Czemuż jednak taki pośpiech? Czyżby nagła potrzeba gotówki?

Niski, barczysty, niedbale ubrany mężczyzna minął nasz rząd i skręcił w prawo kierując się ku schodkom prowadzącym na scenę. Wielka, łysa czaszka w powijakach bandaży i na kryzie usztywniającego szyję gorsetu sunęła ponad głowami.

— Ustawiczna, panie Sirola, ustawiczna — rzekł wchodząc na scenę głosem niskim, chrapliwym.

Skłonił się publiczności, która powitała go grzmotem oklasków. Jak zapaśnik w cyrku odpowiadał na nie potrząsaniem obu rąk złączonych nad głową.

— Stale poszukuję jej pilnie — zwrócił się do Siroli, kiedy sala umilkła. — Jak dotąd los rzucał mi tylko marne ochłapy. Mocuję się z nim o sytą starość i trochę złudzeń — stojąc z jedną ręką w kieszeni gestykulował drugą, jakby podbijając zdania w kierunku górującej ponad nimi głowy Siroli. — Ale nie tylko pieniądz zwabia mnie tutaj. Uwielbiam grę dla samej gry, dla jej kolejnych zapadań się w strach i radość. Taki konkurs, to jakbym znajdował się przed stosem zapomnianych, pokrytych kurzem, kiedyś przeze mnie zapisanych szpargałów, notatek. Pada pytanie. Oto w ciągu półtorej minuty mam odszukać kartkę, na której znajdę właściwą odpowiedź. Szukam więc, spieszę się, nieraz wydaje mi się, że nie ma w tym stosie szukanej zapiski, zawsze odczuwam strach, że nie zdążę, że stracę wszystko, co zdobyłem w poprzednich pytaniach. Uciekają szybkie sekundy i nagle jest, jest. Przypomniałem sobie. Radość, triumf. Ta huśtawka, panie Sirola, jest uspokajająca.

Spojrzał na zegarek.

— Mój czas dzisiejszy jest wyjątkowo ograniczony — ciągnął dalej głosem, w którym nie znajdowałem podniecenia, a jedynie spokój i pewność siebie. — Zaledwie pół godziny, panie Sirola. To mało, ale skoro mózg jak zwykle pracuje sprawnie, nie widzę przeszkody, aby nawet skromniejszy o jedno zero czek nie znalazł się w mojej kieszeni. Proponuję nie tracić czasu. Czy ma pan coś przeciwko temu?

— Co za góra tupetu — pomyślałem.

— Gdybyś ty był taki, Pietro — zabrzmiał za mną cienki głos kobiecy. — Taki męski i z taką głową.

— Nie przeszkadzaj — odparł gruby głos. Ktoś sapnął niecierpliwie.

— Santa Madonna, a w czym to przeszkadzam? — pisnęła kobieta. — Może w myśleniu? Czy ty to aby potrafisz?

— Ależ przeciwnie, jestem zachwycony — mówił Sirola. — Bo widzi pan, przygotowaliśmy tu coś extra, coś specjalnie dla pana. Fantastyczny coctail, wspaniała mieszanka. Szereg pytań z tych właśnie dziedzin, gdzie błysnął pan swoją erudycją. Podniesie to jeszcze bardziej atrakcyjność zabawy. Ale pytania będą trudne, nieraz wymagające kilku odpowiedzi i...

— Jedźmy, jedźmy. Tempo, panie Sirola — zachrypiał Pink. — Szkoda czasu.

— Cudownie. Wobec tego zaczynamy grę — zgodził się Sirola.

Podszedł do stolika jury, zamienił tam kilka słów i powrócił z kopertą w ręku. Zwrócił się do publiczności.

— Drodzy państwo — rzekł. — Jak zwykle przypominam. Odpowiedzi wymagają głębokiego skupienia się. Proszę więc o zachowanie zupełnej ciszy. Uwagami będziemy się dzielić w przerwach, A teraz...

Otworzył kopertę i wyjął z niej kartkę papieru. Zwrócił się do Pinka.

— Proszę uważać. Mam tu następujące pytanie. Czterokrotnie będzie musiał pan napiąć swój umysł, panie Pink, ale wobec pańskiej erudycji nie napotkamy tutaj na trudności. Uwaga. Strzelam.

Przerwał na chwilę dla większego efektu, po czym rzucił:

— Cztery jabłka. Proszę wymienić cztery słynne jabłka. Czy pytanie jest zrozumiałe? — zapytał i kiedy Pink skinął głową, przycisnął guzik uruchamiający bieg stojącego na przodzie sceny wielkiego zegara.

Zaledwie długa jak szpada wskazówka ruszyła z miejsca, kiedy Pink wymienił:

— Jabłko Adama i Ewy — i prawie natychmiast potem:

— Jabłko Parysa.

Sirola skłonił się dwukrotnie na znak zgody.

— Pietro, kto to Parys? — usłyszałem za sobą szept pytania.

— Wiedziałem, ale w tej chwili nie mogę sobie przypomnieć — brzmiała odpowiedź, jak prośba o wybaczenie.

— Widzisz, nie wiesz. Handlujesz owocami, a nie wiesz, kto to jest Parys — żaliła się kobietka.

— Kiedy się tak postawi pytanie, to trudno jest odpowiedzieć nawet mając pod ręką encyklopedię — szepnął Francesco. — Będzie miał kłopot z resztą jabłek.

Jakby zaprzeczając temu, kiedy wskazówka minęła czterdzieści, Pink krzyknął triumfalnie:

— Newton. Jabłko Newtona.

Tu i ówdzie wybuchły brawa, przecięte sykaniem. Sirola podniósł prosząco ręce.

Sekundy uciekały szybko. Minuta, siedemdziesiąt, osiemdziesiąt. Wskazówka kosiła czarne znaki, a Pink patrzył na nią ściskając skronie rękami. Wtem rzucił ramiona w górę i ryknął niemal w ostatniej chwili:

— Tell. Jabłko Tella, Wilhelma Tella.

— Załatwione — krzyknął Sirola we wrzawę i oklaski. — Pierwsze pytanie załatwione. Orkiestra — tusz.

Orkiestra zdusiła hałas i po dłuższej chwili na znak Siroli urwała nagle.

— Drogi panie Pink — przemówił spiker odczekawszy chwilę ciszy. — Kilka kroków dalej na ulicy znajduje się wielki sklep z kapeluszami, którego jestem współwłaścicielem. To drugie zajęcie pozwala mi na dowody osobistego uznania. Po wyjściu stąd proszę się tam zgłosić po odbiór wspaniałego „borsalina" dla ochrony tak cennej głowy. A teraz jedziemy dalej.

Rozerwał drugą, podaną mu ze stolika jury kopertę.

— Zgodnie z regulaminem przypominam. Stawka podwoiła się — rzekł. — A teraz pytanie. Tego samego typu, co poprzednie. Proszę uważać.

Znów, jak poprzednio, przerwał na chwilę.

— Trzy znane z historii byki, panie Pink. Zrozumiałe? Proszę bardzo. Uruchamiam zegar.

Po upływie pierwszych dziesięciu sekund Pink spokojnie wymienił:

— Egipski Apis.

Sirola pokwitował ukłonem.

— Byk, który porwał Europę — rzucił trafnie po drugich dziesięciu sekundach.

Dalej męczył się wyraźnie, na próżno szukając w pamięci. Minęła minuta.



— Antonino Sirola — zapiał ktoś falsetem z głębi sali i publiczność gruchnęła śmiechem.

— O hi hi, o hi hi — chichotała kobietka.

— Byk z Milano, tak nazywano kiedyś Sirola, kiedy występował w reprezentacji bokserskiej tego miasta — wyjaśnił mi Francesco znaczenie niewybrednego dowcipu, kiedy czerwony jak burak spiker odwrócił się i podszedł do stolika jury. Coś tam wyjaśniał, gestykulując.

Pink stał z pochyloną głową i znów ścisnąwszy skronie rękami, patrzył jak urzeczony na tarczę zegara. Osiemdziesiąt, osiemdziesiąt pięć sekund.

— Minotaur — rzekł wreszcie tak samo jak poprzednio niemal w ostatniej sekundzie, ale już cichym, niepewnym głosem.

Tym razem Sirola nie skłonił się. Rzucił pytające spojrzenie w stronę stolika. Sala czekała w napięciu. Trzy czaszki na krótko skupiły się nad stolikiem, potem rozsunęły się i środkowa, łysa przemówiła:

— Pytanie było raczej łatwe, panie Pink. Byków w historii jest dużo. Można tu było wymienić choćby farnezyjskiego, który rozszarpał Dirce. Minotaur natomiast tylko w połowie był bykiem i dlatego odpowiedź jest połowiczna. Ale uznajemy ją. Proszę dalej.

— Wybrnął — rzekł Francesco uderzywszy ręką o teczkę. — Wybrnął.

Pochylił się blisko w moją stronę, bo rozszalały się w orkiestrze mosiężne talerze i zaraz potem, jak stado spłoszonych ptaków, załopotały oklaski.

— Jego mózg pracuje za kilka — rzucił mi w ucho — albo może odwrotnie.

Nie zrozumiałem tej uwagi, ale zanim zdążyłem zwrócić się o wyjaśnienie, Francesco rzekł:

— Ciekawe, jak się zachowa przy trzecim pytaniu z tablicy?

— Jak to? — zdziwiłem się. — Czyżby pan znał treść następnego pytania i co to znaczy, „jak się zachowa"?

Francesco zmieszał się. Widziałem, że żałuje swojej mimowolnej, rzuconej w podnieceniu uwagi. A jednak w podnieceniu, a jednak mimo tego, co powiedział o konkursach, i on, zasuszony naukowiec, dał się również porwać emocji.

— Co tu się dzieje u licha? — pomyślałem.

Sirola rozrywając trzecią kopertę wyraźnie patrzył w naszą stronę. Zauważyłem to zresztą już po raz drugi. Czyżby istniała jakaś więź między tym, co się działo na scenie, a Francesco?

— Oto treść trzeciej kartki — rzekł Sirola zwracając się do widowni. — Ze względu na niewyraźne, mogące wprowadzić w błąd brzmienie wyrazu podany on jest na tablicy.

— Przypominam, panie Pink — mówił podchodząc do tablicy. — Jest pan już właścicielem podwójnej stawki i właśnie gramy o nią. Uwaga. Proszę powiedzieć, co oznacza... — ruchem fotografa odsłaniającego obiektyw podniósł w górę zasłonę — ...ten wyraz — zakończył zdanie i podbiegł do zegara. Wskazówka ruszyła z miejsca.

— Popocatepetl — zapluskała kobietka. — To łatwo powiedzieć, kiedy się ma w ustach gorące spaghetti.

— Po-po-ca-te-petl — sylabizował Pietro.

— Popocatepetl, popocatepetl — spieszył się Francesco przerzucając tom encyklopedii, który wyciągnął z teczki.

Minęło dziesięć sekund. Nagle zobaczyłem, że Pink drgnął i odwracając się od zegara rzucił ręką w kierunku ustawionego na środku i w przodzie sceny mikrofonu radiowego.

— Pan zapomina o swoim obowiązku, panie Sirola — rzekł. — Przecież miasto nas słucha. Pozwoli pan, że go zastąpię — dorzucił z nonszalancją.

— Wyraz brzmi: Po-po-ca-te-petl, po-po-ca-te-petl — teraz Pink sylabizował z kolei.

— Ach, ach — podskakiwał na krześle Francesco. Cieszył się.

— Do licha. O co mu chodzi? Co się tutaj dzieje? Nic nie rozumiem—pomyślałem znowu. Spojrzałem na tarczę zegara, gdzie dziesięć już tylko sekund dzieliło wskazówkę od czerwonego znaku i w tej samej chwili Pink efektownym ruchem jak mazurzysta, kiedy przed tancerką otwiera przestrzeń, zawinął ręką od podłogi w stronę tablicy.

— Wulkan w Meksyku — wystrzelił.

Zatkałem uszy. Patrząc na orkiestrę, czekałem cierpliwie, aż rudy opętaniec z pałeczkami znieruchomieje. Pink, któremu gorset uniemożliwił ukłony, raz po raz wyrzucał ściśnięte dłonie w stronę widowni dziękując za oklaski. W głębi przy stoliku Sirola naradzał się z członkami jury.

Tu i ówdzie zrywały się jeszcze brawa, kiedy odsłoniłem uszy, ale już Sirola wyciągniętymi rękami prosił o ciszę.

— Nie ma rady na pana — rzekł zwracając się do Pinka. — Nie ma rady, doprawdy. Wie pan co? Te nasze konkursy są jak walki dwóch przeciwników, z których jednak tylko jeden, to znaczy ja, przegrywa stale i nieuchronnie. Nieraz, kiedy wskazówka podbiega pod czerwoną kreskę, myślę sobie: no, nareszcie, panie Pink, nareszcie nokaut — i w następnej chwili druzgoce mnie pan swoją odpowiedzią. Jak można zgromadzić tyle wiadomości?

— Czytało się coś nieco w młodości, panie Sirola — zachrypiał Pink. — Książki, książki, mnóstwo książek. Z daleka od knajp, dansingów i sportu. Polecam ten tryb życia dzisiejszej młodzieży. To płaci teraz. No, ale jedźmy dalej. Czwarte pytanie. Mam nadzieję, że tym razem nie będzie to coś do płukania ust, jak poprzednio.

— A jednak znowu trudne do wymówienia słowo — odparł śmiejąc się Sirola. — Musieliśmy je również podać na tablicy. Ale ułatwię panu zadanie. To nazwa czegoś w tym samym kraju, w Meksyku. Uwaga.

Podszedł do tablicy i jednym ruchem ręki obrócił czarny prostokąt naokoło osi.

— Czyta się to — che-wä-wä, a pisze, jak widać, Chihuahua. — „Ch" bezszelestnie wypadło z ust spikera i okaleczone słowo zabrzmiało — ihuahua.

— Uruchamiam zegar — dorzucił przyciskając kontakt.

— Do licha — warknął Pink. — Jak pan czyta? Ch, ch, przez c i h. Chi-hua-hua. Chihuahua.

— Co on dzisiaj wyprawia — mruknął Pietro — To jest dykcja spikera? Wyleją go jutro.

— Ba, bo też i nazwy — zauważyła kobietka. — W tamtym słowie pluskało, a tu świszcze i szczeka. Kto to wymyślił? Wiesz co, Pietro, Pink zawali się teraz. Spójrz, jaki czerwony i zdenerwowany.

Francesco gorączkowo przeszukiwał drugi, wyciągnięty z teczki tom encyklopedii, aż zatrzymał się wreszcie na jednej ze stronic. Biegłem wzrokiem w ślad za jego palcem zeskakując w dół z nazwy na nazwę. Jest. Chihuahua. — Największa prowincja Meksyku, obejmująca...

— Prowincja Meksyku — zabrzmiało tryumfalnie ze sceny.

— Proszę, niech pan zamieni się ze mną na miejsca — krzyknął mi w ucho Francesco. — Szybko.

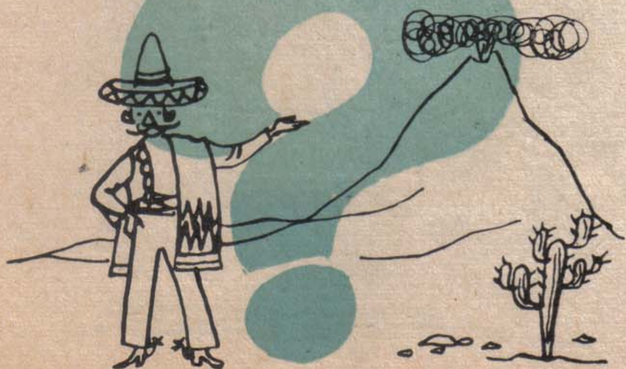
Spełniłem jego prośbę. Usiadłszy na skrajnym krześle Francesco przechylił się w bok i odwróciwszy do tyłu przywołał ręką kogoś z tylnych rzędów. Niski, ale o barach szerokich jak szafa, młody człowiek stanął przy nim.

— Za chwilę, panie Salvatore, za chwilę — podnieconym głosem rzucił mu Francesco.

Wrzawa trwała jeszcze na widowni. Sirola znów podszedł na brzeg sceny i znów patrzył w naszym kierunku. Nagle ruchem cezara, skazującego na dobicie umierającego gladiatora, Francesco wyciągnął przed siebie pięść ze skierowanym w dół kciukiem. Sirola zatarł ręce.

— Proszę o ciszę! — wrzasnął. — Proszę o ciszę.

Jak baletnica w krótkich lansadach podbiegł do Pinka.



— Pytanie piąte. Ośmiokrotna już stawka. Tym razem coś z techniki, z nowoczesnej techniki — rzucał przestępując z nogi na nogę i nagle głos jego stał się słodki, miodowy.

— Pytanie trudne. Tak — trudne, ambarasujące, kłopotliwe. Sprawa zarówno logiki, jak i wiadomości.

— Niechże pan nie czaruje — warknął Pink. — Proszę mówić.

— A więc mówię. That is the question. Proszę odgadnąć — Sirola cedził słowa — proszę powiedzieć... Jaki to nowoczesny wynalazek ułatwić może wygrywanie „Zgaduj-zgaduli"? Hę?

Jakby kto żarzące węgle przysunął do twarzy Pinka. Gwałtownym ruchem odrzucił w tył głowę i fala krwi napłynęła mu do twarzy.

— Carla. Dio mio. Co oni wyprawiają — zaniepokoił się Pietro.

Pink stał rozkraczony i opadał w dół na zgiętych kolanach. Tak samo stojący naprzeciw niego Sirola, który jednocześnie podnosił w bok obie ręce, jakby bawiąc się w „łapanego" lub zagradzając drogę do prowadzących ze sceny schodków. Trwało to zaledwie dwie, trzy sekundy. W następnej chwili Pink runął pod ramię spikera i jednym skokiem znalazł się przy schodach.

— Za nim, Salvatore — zapiszczał podniecony Francesco — za nim, bo ucieknie bocznym wejściem.

Kilka kroków w prawo od sceny czerniał prostokąt drzwi prowadzących na krótki korytarz i dalej na ulicę. Salvatore dopadł uciekającego w chwili, kiedy przyciskał już klamkę. Jedną ręką uchwycił go za kołnierz, a drugą jednym pociągnięciem zdarł z głowy bandaże. Nagle potężnie kopnięty w kolano ryknął z bólu i puścił kołnierz Pinka. Automobilista znikł za drzwiami jak zdmuchnięty. Kuśtykając Salvatore puścił się w pogoń, a w ślad za nim wybiegliśmy ja i Francesco. Gonił nas wściekły wrzask tłumu i krzyk Siroli.

— Proszę o spokój... Spokój!... Wyjaśnię!...

Oszustwo, oszustwo.

Na ulicy zawyła syrena policyjna.

* * *

Dopiero na drugi dzień zobaczyłem Francesco. Pożegnał się ze mną, zaraz jak tylko wybiegliśmy na zewnątrz.

— Proszę zajść do mnie jutro. Wieczorem — rzucił odchodząc i podał swój adres.

Mieszkał niedaleko, na skraju willowej dzielnicy, gdzie miasto, schodząc w niebieskie półkole rzeki, zanurza się w zieleń licznych ogrodów tak pociętych plątaniną uliczek, że idąc zamyślony już na początku zmyliłem drogę. Co tam się stało właściwie? — myślałem idąc wolno mimo siepiącego znów deszczu. Próbowałem odnaleźć rozwiązanie wczorajszych wydarzeń. Po dalszych kilku minutach drogi, kiedy nagły jęk dzwonów, gdzieś z pobliskiego kościoła nadlatujący przez półmrok i siepawicę, obudził mnie z zamyślenia, znów stwierdziłem, że znajduję się w jakimś zagubionym zaułku. Ech — z rezygnacją machnąłem ręką. — I tak za chwilę powie mi to Francesco.

To był jakiś mały, czarny i płaski aparacik wielkości zegarka na rękę, podobny do lilipuciej słuchawki telefonicznej, tak samo o lejowato zapadającej się pokrywce ku małemu otworowi w środku. Francesco wydostał go z garści bandaży wyjętych z teczki i rzucił na stół między dwie parujące filiżanki czarnej kawy.

— Ależ spryciarze — rzekł podsuwając mi cukier i pudełko z papierosami. Wskazał na aparacik. — Oto do czego doszła miniaturyzacja sprzętu — powiedział. — Kiedyś skrzynki, potem skrzyneczki, aż przez wprowadzenie zastępujących lampy elektronowe tranzistorów, zmniejszanie wymiarów kondensatorów, oporników i innych części doprowadzono ten sprzęt do wymiarów pudełka od papierosów. Ale praca trwała tu dalej.

Pamiętam, śmiałem się oglądając przed kilkunastu laty następujący obrazek w jednym z amerykańskich comicsów: jakiś mężczyzna stoi przed wejściem do wielkiego baru, gdzie kilku ludzi — szajka gangsterów — siedzi przy stoliku. Obserwuje ich przez szybę. Podniósł rękę i przyłożył do ucha zegarek, jakby chcąc sprawdzić, czy nie przestał chodzić.

— Uważaj, Dick — słychać z zegarka, który jest jednak lilipucim radioodbiornikiem. — Już wyjeżdżamy. Za pięć minut będziemy na miejscu. Tylne wejście zabezpieczone. Musisz ich zatrzymać do naszego przyjazdu. Za wszelką cenę.

Francesco zachichotał. Pociągnął łyk kawy.

— No i ma pan realizację. O, la, la. Ta technika. Co za tempo.

Umilkł na chwilę.

— Pracuję również jako doradca naukowy w radio — ciągnął dalej. — Przed tygodniem wezwano mnie do dyrekcji. Panie Castellani, zwrócono się do mnie; pan wie przecież o tych konkursach, o tym, że Pink strzyże nas jak barany. Oczywiście to bardzo oczytany inteligent, ale do tego stopnia? Toteż powzięliśmy pewne podejrzenia. Ta awantura i ten cały wypadek były specjalnie zaaranżowane, a Pink, proszę nam powiedzieć, czy to jest możliwe. Pink ma pod bandażem bardzo mały radioodbiornik. Bardzo mały, bo bandaż niemal gładko przylega do ucha.

Kiedy milczałem, padły dalsze wyjaśnienia.

— Stwierdziliśmy przez policję, że Pink obraca się w towarzystwie kilku podejrzanych ludzi, no i niech pan sobie wyobrazi — Hillmana.

— Ach, Hillman, Hillman — to była prawie odpowiedź na pytanie, z czego oni nie zdawali sobie sprawy. Tylko kilku ludzi, a między nimi i ja, wiedziało, że pracuje on nad tym zagadnieniem. Czyżby należał do szajki — on, znany wynalazca — myślałem. Dziś wiem dopiero, że Hillman raz lekko pośliznął się w życiu i że wydostali od niego ten pierwszy aparacik drogą szantażu.

— Pan rozumie — mówiono mi dalej. — Sprawa jest delikatna. Pink jest cudzoziemcem. Nie możemy sobie pozwolić na skandal. Musimy mieć pewność. No więc, czy to jest możliwe? Otrzymałby pan sporą nagrodę za wyjaśnienie sprawy.

Francesco znów umilkł na chwilę.

— Ależ spryciarze — rzekł. — Siedziało ich kilku w mieszkaniu o parę domów dalej, gdzie słuchali konkursu przez radio. Mały nadajnik i duża encyklopedia, dla szybszego wyszukiwania podzielona między członków tego „zespołu mózgów". Oto całe wyposażenie tej tak dobrze zapowiadającej się spółki. No i to cudko techniki, wreszcie ten aparacik pod bandażem Pinka, znanego sportsmena.

Francesco znów zachichotał.

— Czekali w napięciu — ciągnął dalej — aż usłyszą przez radio pytanie i natychmiast po wyszukaniu w encyklopedii, nadawali Pinkowi odpowiedź. Sprawdzałem potrzebny tu czas, chronometrażowałem go w domu i w czasie konkursu. Po trzecim i czwartym ułożonych przeze mnie pytaniach uzyskałem pewność. Oczywiście, że w niektórych wypadkach, tak jak przy pierwszym i drugim pytaniu, i sam Pink musiał łamać sobie głowę. Proszę pana, czy człowiek, którego cała uwaga jest skupiona na znalezieniu odpowiedzi, może zauważyć, a w dodatku marnując czas poprawiać błędy spikera? Nie, chyba że usłyszy tuż przy uchu cichy, ale podniesiony głos: Wyraz. Jak brzmi wyraz?

— Co za spryciarze — powtórzyłem za Francesco. — Co za pomysły. I pomyśleć, że jakiś cichy naukowiec męczy się nad wynalazkiem tyle lat po to...

— Cóż pan chce — przerwał mi Francesco. — Natura tworzy szeroki asortyment ludzi. I dlatego choć wiedza jest bez twarzy, często dorabiamy jej podwójne, janusowe oblicze.

Mgr inż. Tadeusz Suchorzewski





MELBOURNE



MIASTECZKO OLIMPIJSKIE

W odległości 8 mil od centrum Melbourne powstało olimpijskie miasteczko, w którym podczas Igrzysk zamieszkało blisko 6000 zawodników i osób, które im towarzyszyły. Obecnie, po zakończeniu Igrzysk, osiedle to stanie się częścią miasta. Niektórzy z nowych lokatorów będą się mogli pochwalić, że mieszkają pod tym samym dachem, pod którym mieszkał... mistrz XVI Olimpiady.

Osiedle zostało wybudowane w ten sposób, żeby bez większych przeróbek służyć mogło również zwykłym użytkownikom. Każdy spośród 840 dwu- i trzyizbowych domków rozrzuconych na obszarze ok. 60 hektarów wyposażony został w pełną instalację elektryczną, gazową, telefoniczną, wodociągi i kanalizację. W sektorze przeznaczonym dla zawodniczek doprowadzono do domków bieżącą gorącą wodę.

W każdym pokoju zamieszkiwało po dwóch zawodników. Skromne, estetyczne wnętrzne zapewniało dobry odpoczynek.

Jednego tylko organizatorzy nie przewidzieli — otóż na czas Igrzyk nie zainstalowano urządzeń ogrzewających, a tymczasem opóźniająca się australijska wiosna płatała figle i trzeba było na gwałt wstawiać do pokojów grzejniki elektryczne.

Na środku miasteczka (spójrzcie na fotografię) wybudowano jedenaście oddzielnych sal jadalnych (każda na 300 stołowników), gdzie wydawano posiłki odpowiednio dobrane do gastronomicznych upodobań zawodników z różnych stron świata.

Miasteczko zostało wyposażone w szpital, ambulatoria, łaźnię parową, sklepy, bank, teatr, kina, urząd pocztowy, no i oczywiście... w 4 boiska treningowe.

Na ostatniej Olimpiadzie stworzone zostały zawodnikom najlepsze, jak dotychczas, warunki pobytu. Goście byli zadowoleni, a gospodarze nie wyrzucili w błoto 3 000 000 funtów (tyle kosztowała budowa miasteczka), gdyż inwestycja ma wartość trwałą i służy nowym użytkownikom.

Inż. arch. E. M. J. Ball



Rozstrzygnięcie konkursu

CZY ZNASZ TECHNIKĘ RADZIECKĄ

Na konkurs nadesłanych zostało 4289 bezbłędnych rozwiązań. W wyniku losowania nagrody otrzymują:

I. Aparat fotograficzny „Welti" — *Franciszek Kaleta* (Nowa Huta).

II. Odbiornik radiowy „Turysta" — *Roman Kanieruk* (Czajowice).

III. Zegarek na rękę „Pobieda" (nagroda TPPR) — *Stanisław Michalak* (Chorzów).

IV. Zegarek na rękę „Pobieda" (nagroda TPPR) — *Witold Ignacki* (Wrocław).

V — LIV. Książki: *Henryka Andrzejak* (Warszawa), *Wojciech Andrzejewski* (Poznań), *Jolanta Bachar* (Breń), *Karolina Beczkowicz* (Warszawa), *Aleksy Breczka* (Bielsk Podlaski), *Helena Chrzan* (Bochnia), *Bronisław Cwynar* (Wrocław), *Krzysztof Feldman* (Bytom), *Franciszek Gawęda* (Chorzów), *Eleonora Grząbka* (Ostrów Wielkopolski), *Tadeusz Hałas* (Żodyń), *Bolesław Hankus* (Warszawa), *Tadeusz Jarmuł* (Gródki), *Henryk Jaroszyński* (Lublin), *Jan Jaśkiewicz* (Klimontów), *Franciszek Junak* (Warszawa), *Barbara Kałuzińska* (Piotrków Trybunalski), *Leon Karwacki* (Orzysz), *Janusz Kołodziejski* (Warszawa), *Karol Korczyk* (Kraków), *Marian Kosiel* (Grabów), *Halina Kowalczyk* (Chodaków), *Zdzisław Kowalski* (Łódź), *Stanisław Krajewski* (Łódź), *Irena Król* (Katowice), *Józef Kuźmiński* (Kraków), *Grzegorz Lorek* (Dąbrowa Górnicza), *Zygmunt Marciniak* (Jelenia Góra), *Zbigniew Matich* (Żary), *Stanisław Mazek* (Mścięcino), *Ildefons Minicki* (Rzeszów), *Wacław Mucha* (Wilków), *Stanisława Niezbecka* (Niedrzwica Duża), *Władysław Ogłuszka* (Nlewiadów), *Jan Pasek* (Czeladź), *Aleksy Pawluczuk* (Białystok), *Bronisław Pochopień* (Hucisko), *Wiesław Pomianowski* (Warszawa), *Henryk Sikorski* (Mlewo), *Mieczysław Skonieczny* (Gliwice), *Sylwester Staroń* (Niwiska), *Stanisław Śleblada* (Kwidzyń), *Mieczysław Toczek* (Malbork), *Maria Turek* (Starzenice), *Jan Wawrzyniak* (Opalenica), *Ireneusz Wawrzynowicz* (Poznań), *Tadeusz Wesołowski* (Piła), *Ryszard Wilczyński* (Suwałki), *Marian Wilk* (Nowa Sól), *A. Zawadzki* (Skierniewice).

Poza losowaniem Redakcja postanowiła przyznać jeszcze pięć nagród książkowych za staranną formę graficzną, jaką nadali swoim konkursowym odpowiedziom: *Jerzy Kępka* (Jaworzno), *Jerzy Kurowski* (Łódź), *Zbigniew Napierała* (Luboń), *Joachim Paruzel* (Pszów) i *Zbigniew Szałek* (Warszawa).

*

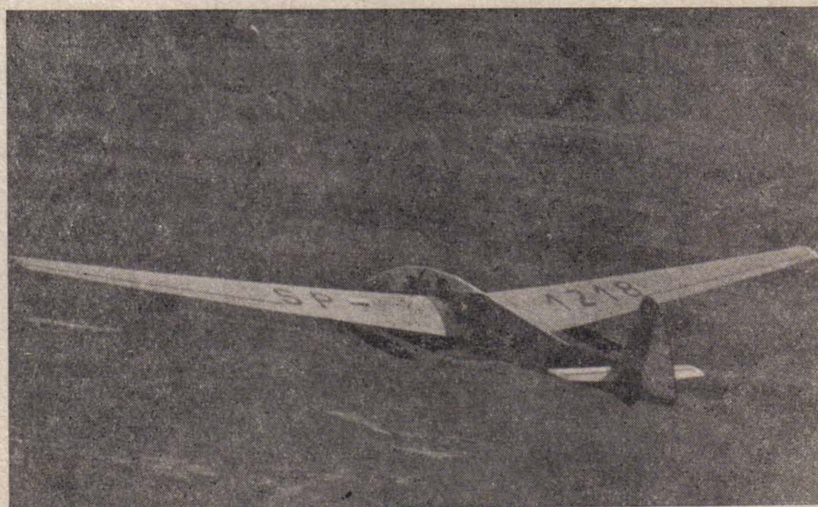
Prawidłowe rozwiązanie brzmiało: Miesiąc Przyjaźni Polsko-Radzieckiej.

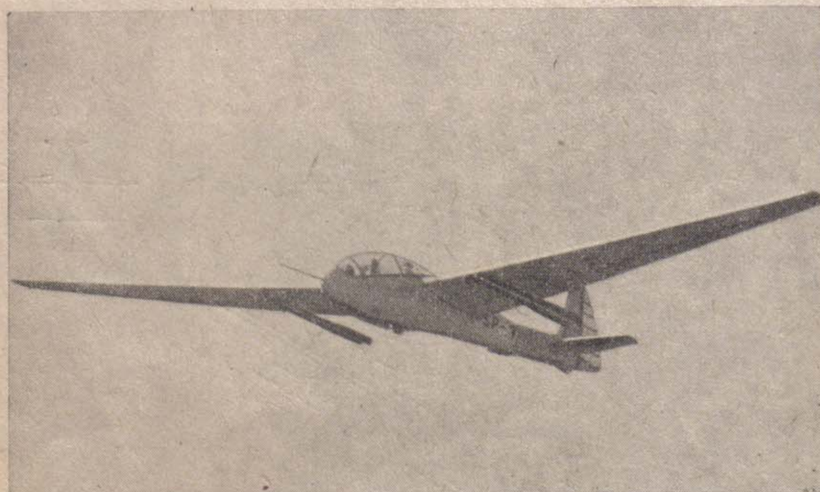
NOWOŚCI POLSKIEJ TECHNIKI

ODRZUTOWY „BOCIAN"

Stałych Czytelników „Młodego Technika" na pewno zainteresuje wiadomość o pierwszych udanych lotach polskiego szybowca „Bocian" napędzanego 4 silnikami pulsacyjnymi, takimi samymi, jakie opisywane były swego czasu w „Młodym Techniku" (w numerach 10 i 11 z 1955 roku oraz w bieżącym roczniku w numerach 5 i 6, przy opisie konstrukcji ślizgu lodowego).

Czyżby Instytut Lotnictwa, gdzie zbudowano silniki dla „Bociana", wzorował się na naszych planach? Tak nie jest. Jak dowiadujemy się, prace nad tym typem silników prowadzone już były w Instytucie od wielu lat.





Dwuosobowy szybowiec o ciężarze ponad 500 kg rozwija z czterema silnikami o łącznej sile ciągu 40 kG prędkość około 75 km/godz. Zapas paliwa starcza na 25 minut lotu.

Niebawem ten sam szybowiec wyposażony zostanie w cztery większe silniki, o łącznej sile ciągu 80 kG, co pozwoli mu na samodzielny start z ziemi i osiąganie znacznych wysokości. Po wyłączeniu silników będzie on mógł kontynuować normalny lot termiczny. Silniki więc zastąpią wyciągarkę.

Jedynym mankamentem tej ciekawej konstrukcji jest hałas przypominający przelot... dużej grupy bombowców.

A. M.

NIEWIDZIALNE DROGI

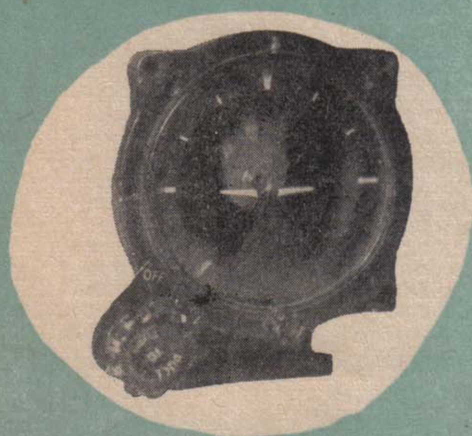
Weźmy do ręki mapę. Zauważymy, że cały nasz kraj poprzecinany jest licznymi drogami i liniami kolejowymi, które łączą ze sobą miasta, osiedla i wsie. Przyglądając się uważniej mapie zauważymy, że wiele dróg i linii kolejowych przecina się, łączy i rozchodzi tworząc ze sobą gęstą, splątaną siatkę. Po drogach tych co dzień mknie tysiące samochodów, po torach wiele pociągów.

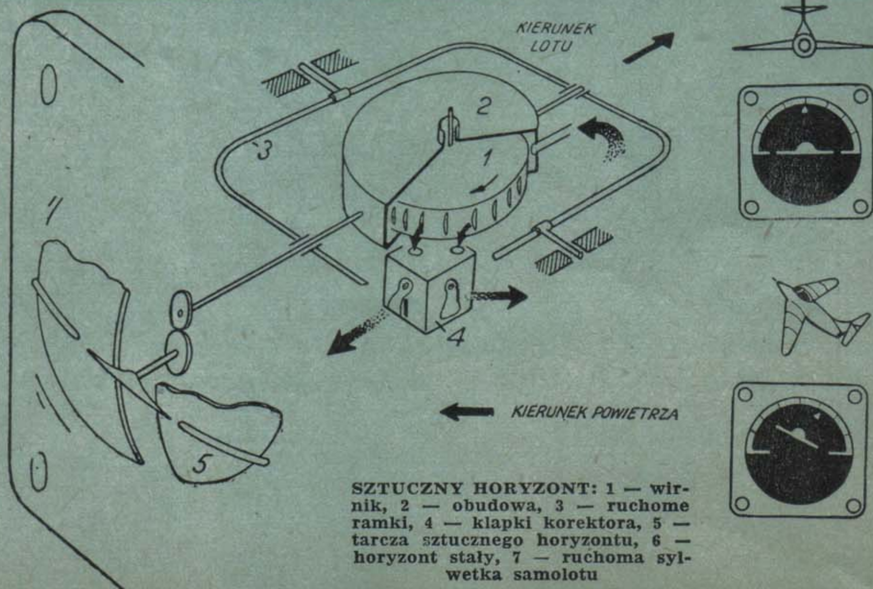
Wszystkie te pojazdy dążą do oznaczonego celu.

Dla usprawnienia ruchu i ułatwienia orientacji na każdym skrzyżowaniu dróg i ich rozwidleniu stoją drogowskazy i tablice orientacyjne, które pozwalają na obranie właściwej drogi i informują o odległości celu. Tam zaś, gdzie rozchodzą się tory kolejowe, stoją nastawnie, w których sprawna ręka kolejarza kieruje każdy pociąg na właściwy tor. Wyobraźcie sobie, ile byłoby zamętu i błądzenia, gdyby drogi nasze pozbawione były drogowskazów i tablic orientacyjnych. Przypomnijcie sobie wasze wakacyjne wycieczki. Ile razy drogowskaz oddał wam usługi przy obraniu właściwego kierunku! Ile razy tablica informująca o odległości obranego celu pozwoliła wam na powzięcie decyzji: iść dalej czy też zorganizować odpoczynek.

Nasze linie lotnicze łączą wiele miast w Polsce i wiele stolic zagranicznych.

Na niebie nie ma dróg, nie ma drogowskazów, a jednak co dzień dziesiątki samolotów wykonują lo-





SZTUCZNY HORYZONT: 1 — wirnik, 2 — obudowa, 3 — ruchome ramki, 4 — klapki korektora, 5 — tarcza sztucznego horyzontu, 6 — horyzont stały, 7 — ruchoma sylwetka samolotu

ty, które zbliżają ze sobą miasta i państwa. Niemal co dzień samoloty sanitarne docierają do najdalszych zakątków naszego kraju niosąc pomoc w ciężkich wypadkach.

Loty te odbywają się bez względu na pogodę i porę doby.

Zastanówmy się nad tym, co wyznacza w powietrzu położenie samolotu, jego szybkość i kierunek lotu, jednym słowem, czym posługuje się załoga, aby prowadzić samolot po wyznaczonej trasie lotu. Prowadzić samolot w ten sposób, aby leciał on po wyznaczonej trasie i w przewidzianym czasie doleciał do miejsca przeznaczenia, jest bardzo trudno.

Zadanie to znacznie się komplikuje, gdy ma być ono wykonane we mgle, chmurach czy też w nocy.

Pewne porównanie co do trudności obrania kierunku drogi, określenia miejsca położenia, a co za tym idzie, dotarcia do miejsca przeznaczenia, mają ci, którzy wybierali się na dalsze wycieczki do lasu lub na bezdroża. Jeżeli na wycieczkę zabieraliście ze sobą mapę i kompas — to wiecie, jakie to wam oddało usługi. Poruszanie się w określonym kierunku po nieznanym terenie bez takiego wyposażenia, prawie jest niemożliwe.

Mimo wyposażenia w kompas i mapę z nakreśloną marszrutą nieraz traci się orientację.

W takich wypadkach trzeba korzystać ze wskazówek przygodnego przechodnia lub błądzić dotąd, aż natrafi się na taki orientacyjny punkt w terenie, który potrafimy zidentyfikować z mapą. Po znalezieniu takiego punktu można dopiero określić dalszy kierunek drogi.

W powietrzu nie ma przypadkowych przechodniów, a szukanie punktów orientacyjnych zabiera wiele cennego czasu i jest możliwe tylko przy widoczności ziemi.

Podczas wykonywania lotu we mgle, w chmurach czy też w ciemną noc — krótko mówiąc bez widoczności zewnętrznej, załoga prowadzi samolot po trasie opierając się na wskazówkach przyrządów pokładowych.

Dla utrzymania warunków lotu załoga samolotu musi mieć ściśle określone następujące wielkości:

1) położenie samolotu względem linii horyzontu,
2) kurs magnetyczny i radiowy,
3) szybkość, wysokość i czas lotu.

Do określenia położenia samolotu względem linii horyzontu służy przyrząd zwany sztucznym horyzontem.

Zasada pracy sztucznego horyzontu oparta jest na wykorzystaniu właściwości żyroskopu o trzech stopniach swobody. Żyroskop jest to krążek obracający się z dużą prędkością wokół swej osi. Ilość stopni swobody zależy od sposobu zawieszenia żyroskopu.

Żyroskop o trzech stopniach swobody ma taką właściwość, że zachowuje prawie stałe położenie względem ziemi.

Sylwetka samolotu jest nieruchoma w stosunku do obudowy sztucznego horyzontu, zaś linia obrazująca rzeczywisty horyzont umocowana jest z żyroskopem.

Z chwilą, kiedy samolot wykonuje pewien ruch względem swych osi, sylwetka samolotu na sztucznym horyzoncie zmienia swoje położenie wraz z samolotem, natomiast linia horyzontu zachowuje stałe położenie względem ziemi. W taki sposób łatwo jest ustalić, jakie położenie zachowuje samolot względem rzeczywistej linii horyzontu.

Przyrządami, które określają kurs samolotu, są busola i radiobusola.

Busola samolotowa działa na tych samych zasadach, co używany przez was podczas wycieczek kompas, i określa kurs magnetyczny. Budowa busoli samolotowej różni się jednak zasadniczo od budowy normalnego kompasu. Ta różnica budowy wynika ze specyficznych warunków, w jakich znajduje się samolot podczas lotu.

Urządzeniem wyznaczającym radiowy kurs samolotu jest radiobusola.

Działanie radiobusoli oparte jest na wykorzystaniu takich właściwości fal radiowych, jak prostoliniowość ich rozchodzenia się oraz możliwość kierunkowego odbioru. Kierunkowy odbiór polega na tym, że specjalny typ anteny, tak zwanej anteny ramowej, różnie przyjmuje ten sam sygnał radiowy w zależności od położenia jej względem przychodzącego sygnału.

Na podstawie tej właściwości można po położeniu anteny ramowej określić kierunek radiostacji, na którą wyznaczamy kurs.

Radiobusola jest więc urządzeniem radiotechnicznym, składającym się z odbiornika najczęściej superheterodynowego i urządzenia automatycznego, służącego do ustawiania anteny ramowej na radiostację oraz przekazującego jej położenie na wskaźnik.

Busola i radiobusola określają kierunek lotu. Pierwsza określa kierunek magnetyczny, druga kierunek względem radiostacji, na którą wykonywany jest lot.

Przyrządem określającym prędkość lotu jest prędkościomierz.

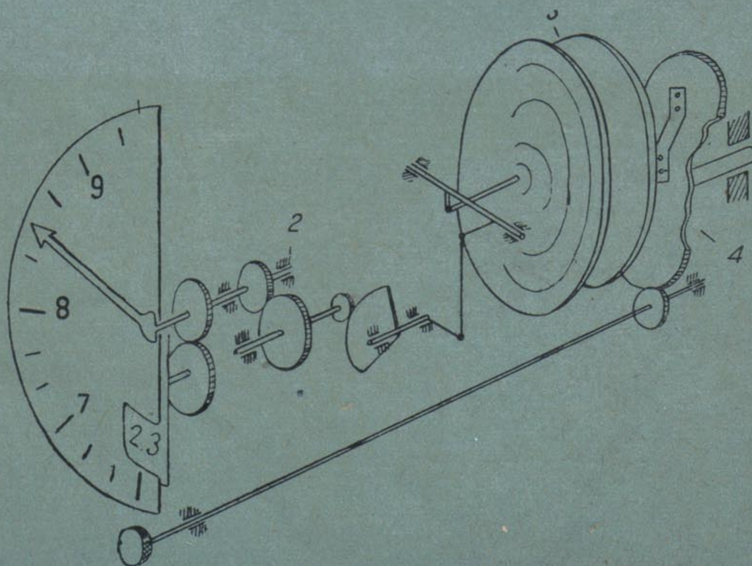
Do pomiaru prędkości samolotu została wykorzystana zależność ciśnienia powietrza od prędkości.

Wiemy, że ciśnienie wyraża stosunek siły do powierzchni, na którą działa $p = \frac{F}{S}$. Weźmy do ręki kawałek dykty i zacznijmy nim poruszać. Prędko zauważymy, że im szybciej będziemy nim poruszać, tym większy musimy włożyć w to wysiłek.

Z tego prostego doświadczenia łatwo dojdziemy do wniosku, że opór powietrza wzrasta wraz z prędkością. Jeżeli opór wzrasta, a powierzchnia dykty po-

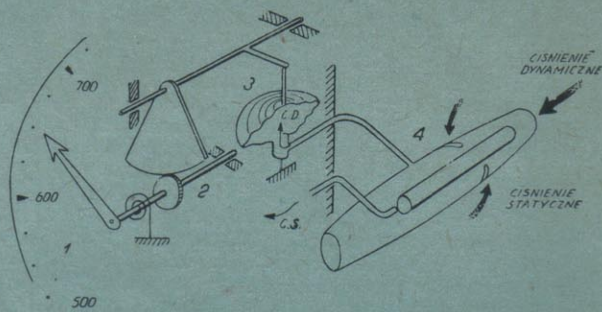


WYSOKOŚCIOMIERZ: 1 — tarcza, 2 — mechanizm napędowy, 3 — puszki próżniowe, 4 — mechanizm poprawki wysokościowej









PRĘDKOŚCIOMIERZ: 1 — tarcza, 2 — mechanizm, 3 — puszka membranowa, 4 — dysza pomiarowa

zostaje stała, to jasne jest, że wzrasta ciśnienie działające na dyktę.

Jeżeli dykta pozostaje w spoczynku, to działa na nią także ciśnienie statyczne. Podczas ruchu, na dyktę działa ciśnienie będące sumą ciśnienia statycznego i ciśnienia ruchu.

Do pomiaru prędkości potrzeba więc mieć urządzenie, które reagowałoby na ciśnienie ruchu, a wskazywałoby prędkość w km/godz. Do tego jednak celu konieczne jest urządzenie reagujące na ciśnienie.

Każdy samolot wyposażony jest w takie urządzenie.

Urządzenie to nazywa się rurką spiętrzeniową lub rurką Pitota i pobiera ciśnienie statyczne i całkowite.

Rurka spiętrzeniowa jest nadajnikiem dla wielu przyrządów pokładowych, a między innymi dla szybkościomierza.

W szybkościomierzu następuje odjęcie ciśnienia statycznego od ciśnienia całkowitego. Na ustrój pomiarowy działa więc tylko ciśnienie ruchu, które wywołuje pewne jego wychylenia.

Wychylenia ustroju pomiarowego przekazywane są przez odpowiednie mechanizmy na wskazówkę. Tarcza wysokościomierza wyskalowana jest w km/godz.

Szybkość wskazywana przez szybkościomierz jest szybkością samolotu względem opływających go mas powietrza.

Znając prędkość wiatru załoga może określić prędkość samolotu względem ziemi.

Określenie wysokości samolotu odbywa się dwoma metodami: metodą opartą na pomiarze ciśnień, które zależne są od wysokości, i metodą radiową.

W ciśnieniowej metodzie pomiaru wysokości wykorzystano zmianę ciśnienia atmosferycznego wraz z wysokością.

Wysokościomierz mierzy ciśnienie statyczne, które podane jest od rurki spiętrzeniowej. Specjalne mechanizmy przenoszą ruch ustroju pomiarowego na wskazówkę wysokościomierza. Tarcza przyrządu wyskalowana jest w metrach.

Wysokościomierz tego typu, mimo że stosowany jest na wszystkich samolotach, ma zasadniczą wadę. Wada ta polega na tym, że przyrząd ten nie reaguje na wzniesienia terenu.

Doskonalszą metodą pomiaru wysokości jest metoda radiowa, w której wykorzystana została stała prędkość rozchodzenia się fal radiowych.

Radiowysokościomierz składa się ze specjalnego nadajnika i odbiornika radiowego. Nadajnik wysyła sygnał radiowy do ziemi. Moment wysłania sygnału podany jest do odbiornika. Sygnał z nadajnika dochodzi do ziemi, zostaje od niej odbity i przychodzi do odbiornika, który rejestruje czas między momentem wysłania sygnału przez nadajnik, a momentem powrotu sygnału odbitego.

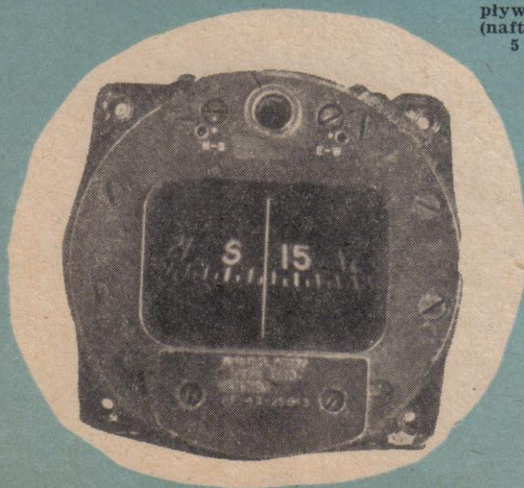
Szybkość rozchodzenia się fali radiowej jest stała i wynosi ok. 300 000 km/sek.

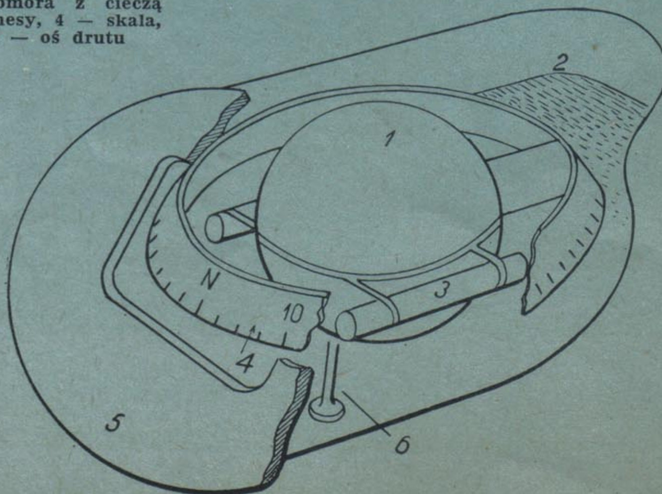
Znając czas lotu fali radiowej z samolotu do ziemi i z powrotem — łatwo określić odległość samolotu od ziemi. Automatyczne przeliczenie czasu na wysokości w metrach zachodzi w radiowysokościomierzu. Wskaźniki radiowysokościomierza wskazują rzeczywistą wysokość względem ziemi.

Załoga znając położenie samolotu względem linii horyzontu, jego kurs magnetyczny i radiowy, szybkość i wysokość oraz czas lotu, może określić miejsce położenia samolotu i może pewnie prowadzić go do miejsca przeznaczenia po... niewidzialnych drogach.

Inż. Zbigniew Bełkowski

BUSOLA MAGNETYCZNA: 1 — pływak, 2 — komora z cieczą (naftą), 3 — magnesy, 4 — skala, 5 — oprawa, 6 — oś drutu







NA WARSZTACIE

JAK OPRAWIĆ ROCZNIK „MŁODEGO TECHNIKA"

Oprawianie roczników czasopism nie należy do rzeczy łatwych, może jednak być wykonane przez młodych techników przy zachowaniu pewnych wymagań i przestrzegania kolejności w wykonywaniu różnych występujących w nim czynności.

Na czym właściwie będzie polegała ta praca? Mówiąc krótko, na odpowiednim zeszyciu poszczególnych numerów czasopisma w zwartą całość, na obcięciu względnie wyrównaniu ich brzegów i na trwałym połączeniu tej całości z okładkami. Aby pracę tę można było wykonać należycie, trzeba zgromadzić odpowiednie materiały, przygotować narzędzia i urządzenia pomocnicze oraz ustalić sobie dokładny plan pracy (po zapoznaniu się z opisem).

Z materiałów potrzebna będzie do oprawy rocznika tektura na okładki (szara lub brązowa) grub. 2,5—3,0 mm; tektura biała grub. 0,5—0,7 na przekładki i 3—4 mm na podkładki do cięcia tektury, karton na formę grzbietową, papier do oklejenia grzbietu, papier na wklejki i okładki, cienki papier na paski wzmacniające, papier ochronny (makulatura) do klejenia, cienkie białe płótno (madapolam) na wzmocnienie wklejek i grzbietów składek, tasiemka introligatorska lniana lub bawełniana szerokości 8—10 mm, nici lniane nie bielone nr 20—25, płótno introligatorskie na grzbiet książki i na narożniki, mąka pszenna na krochmal, klej kostny lub skórny oraz gliceryna.

Z narzędzi potrzebne byłyby: nóż do cięcia tektury i papieru, nożyczki, linia z podziałką milimetrową, kątownica, kostka introligatorska, igła, pędzel okuty blachą do kleju, pędzel zwykły do krochmalu, miseczka emaliowana, podwójny kociołek do kleju i młotek o wadze 1 kg.

Z urządzeń pomocniczych potrzebna byłaby zszywarka, prasa introligatorska, deski do prasowania, płyta żelazna lub szklana, nóż okrągły lub strug introligatorski oraz kamienie płaskie albo cegły do obciążania desek.

* * *

Pracę rozpoczniemy od przygotowania numerów czasopisma do szycia.

Numery układamy w odwrotnej kolejności i przystępujemy do usunięcia z nich klamerek. Klamerki odginamy od wewnątrz nożem i usuwamy na bok.

Robić to trzeba ostrożnie, aby nie uszkodzić papieru. Przy tej okazji sprawdzimy również, czy nie uległy przetarciu kartki na grzbietach numerów lub w środku (mogą to być również i okładki). Jeśli stwierdzimy takie uszkodzenia, to wyjmujemy te kartki ze składu numeru i podklejamy je paskami papieru z obu stron. Paski takie szerokości 10—12 mm wytniemy z papieru cienkiego, ale mocnego (długowłóknistego), najlepiej bezdrzewnego zbliżonego kolorem do papieru z wydrukowanym tekstem. Przy cięciu pasków zwrócimy szczególną uwagę na kierunek włókien. Kierunek ten powinien być równoległy do długości paska. Wykrywa go się albo przez lekkie zginanie papieru wzdłuż i wszerz arkusza, albo przez wyciąganie jego krawędzi między palcami. Przy zginaniu papieru wzdłuż włókien wyczuwamy mniejszy opór, przy zginaniu w poprzek włókien — większy opór. Przy wyciąganiu krawędzi wzdłuż włókien uzyskujemy długie jej sfałdowanie, a przy wyciąganiu w poprzek — krótkie. Ustalenie kierunku włókien czy to w paskach papieru, czy też w kartkach czasopisma albo w tekturze, czy w innych papierach użytych do oprawy rocznika ma ogromne znaczenie praktyczne przy klejeniu tych papierów, przy formowaniu grzbietu itp.

Paski smarujemy krochmalem tak długo, aż przestaną się zwijać (wzdłuż włókien).

Przy smarowaniu podkładamy zawsze makulaturę. Nasycony krochmalem pasek przyklejamy symetrycznie (przez papier ochronny) na załamaniu obu kartek, tak aby wytarte miejsce zostało całkowicie zasłonięte (rys. 1). Podobny pasek przyklejamy na załamaniu kartki z drugiej strony. Podklejone w ten sposób kartki — wysuszymy pod lekkim obciążeniem w ciągu kilkunastu godzin. Dodawaną do poszczególnych numerów wkładkę „Młody Konstruktor" — możemy przykleić wprost do trzeciej strony okładki (po posmarowaniu wąskiej powierzchni wkładki tuż przy załamaniu grzbietowym). Wkładki tej przyszywać nie będziemy. Niezależnie od podklejenia kartek przetartych na załamaniach, dwa pierwsze i dwa ostatnie składy (numery) rocznika musimy wzmocnić od wewnątrz i na zewnątrz paskami cienkiego płótna. Paski te szer. 12—15 mm wytniemy z kawałka płótna zwilżonego wodą, napiętego na deskę wzdłuż osnowy i odpowiednio wysuszonego. (Osnową nazywamy nitki tworzące długość płótna, a wątkiem nitki przeplatające je w poprzek). Długość pasków winna odpowiadać długości składów. Paski płótna smarujemy krochmalem gęściejszym i przyklejamy je z zewnątrz do okładek czasopisma na załamaniu i wewnątrz składu do środkowej karty. Przekładamy je następnie białymi tekturkami, wkładamy między deski, zaprasowujemy mocno, ale na krótko w prasie i pozostawiamy je aż do zupełnego wyschnięcia w deskach. W czasie schnięcia przygotujemy wklejki, które po zeszyciu rocznika umożliwią nam — mocne połączenie klocka z okładkami. Papier przeznaczony na wklejki powinien być również mocny o średniej grubości, najlepiej „natron" względnie „jawa" o kierunku włókien zgodnym z długością wklejek.

Wklejki uformujemy w sposób podany na rys. 2. Wystającą część wklejki, czyli tzw. scyzurę albo skrzydełko, załamiemy przy brzegu przylegającej do niej kartki zewnętrznej wklejki. Kartkę tę wzmocnimy jeszcze w tym miejscu paskiem cienkiego płótna szerokości 20 mm, które przykleimy za pomocą krochmalu (rys. 3).

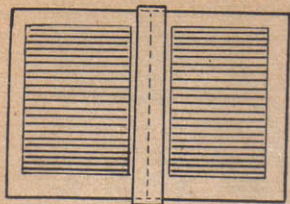
Obie wklejki z naklejonymi paskami wysuszymy pod deską bez zaciskania w prasie.

Po wyschnięciu wklejek grzbiecik scyzury wraz z płótnem załamiemy wzdłuż na 3—4 mm tworząc tzw. zakładkę (rys. 4). Mając gotowe wklejki uporządkujemy wzmocnione paskami składy rocznika.

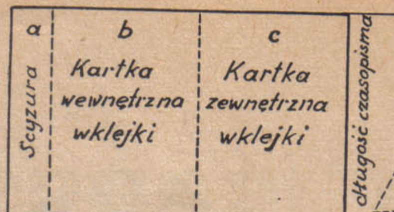
Składy te wskutek naklejenia pasków pogrubiły się w grzbietach i trzeba je teraz nieco ścienić.

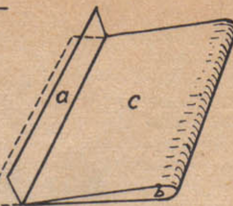
Robimy to za pomocą ciężkiego młotka — trzymanego tuż przy obuchu. Młotkiem tym nie uderzamy bezpośrednio po grzbiecie składu — lecz przez twarde tekturki, pomiędzy które włożymy zgrubiały skład. Zamiast uderzeń stosujemy raczej zgniatanie grzbietu ciężarem młotka i naciskiem ręki. Ścienione w ten sposób składy układamy po dwa między deskami (rys. 5) i prasujemy w prasie przez kilkanaście godzin. Następnie wyjmujemy i po równym ułożeniu ich w stos ponownie zaciskamy w prasie dla wyznaczenia miejsc na tasiemki.

Na wystającym nieco z desek grzbiecie rocznika wyznaczamy teraz za pomocą węgielnicy i twardego ołówka miejsca na tasiemki i płatniki. Pierwszego i ostatniego składu nie oznaczamy — tylko na-

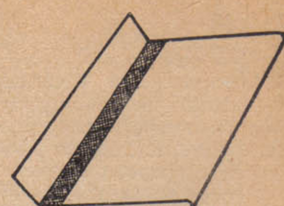


Rys. 1. Wzmacnianie kart paskami papieru





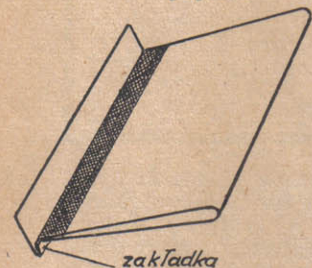
Rys. 2. Formowanie wklejek



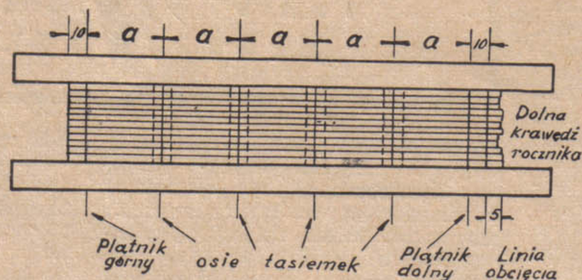
Rys. 3. Wzmacnianie wklejek paskami płótna

Rys. 8. Dowiązywanie nitki na węzeł tkacki

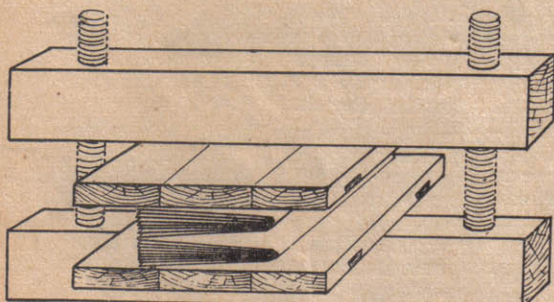
lewy koniec nitki
prawy koniec nitki
nie ściągać
ściągać
ściągać razem



Rys. 4. Formowanie zakładki na wklejce

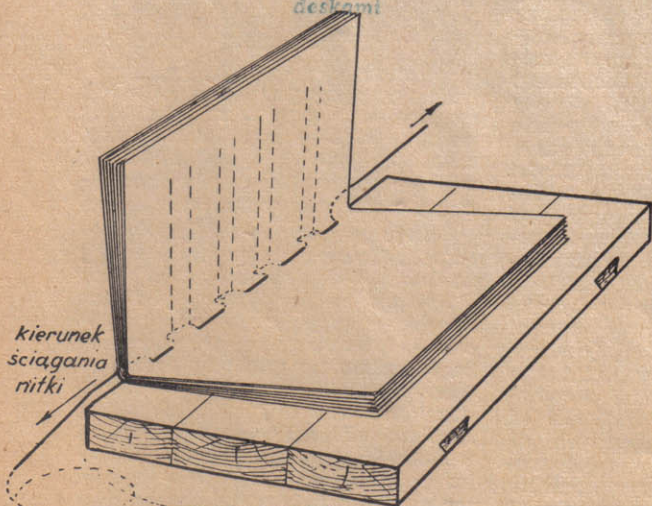


Rys. 6. Wyznaczanie na grzbietach składów osi tasiemek i płatników



Rys. 5. Układanie składów między deskami

Rys. 7. Rozmieszczenie tasiemek na zszywarce

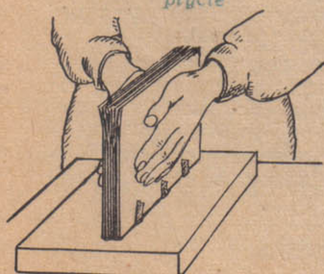


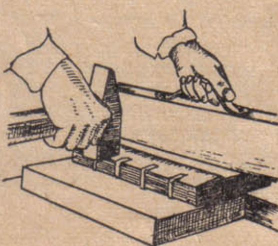
Rys. 9. Szycie pierwszego składu

Rys. 10. Wiązanie składów w płatnikach

Rys. 13. Przyklejanie zakładek wklejek do składów

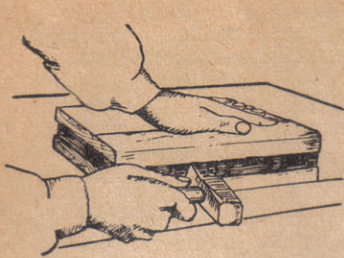
Rys. 11. Wyrównywanie grzbietu na płycie



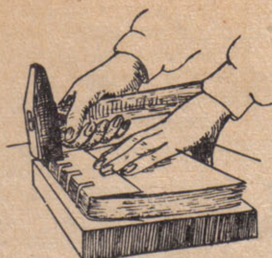


Rys. 12. Zbijanie grzbietu

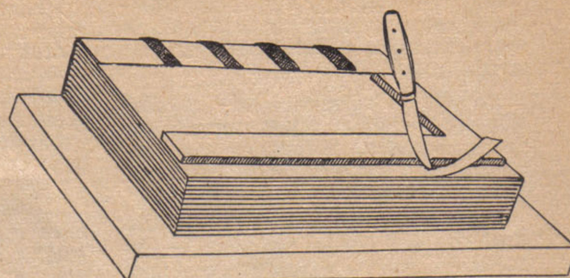
pierwszy skład
smarować krochmalem
wklejka
przykleić
zakładka



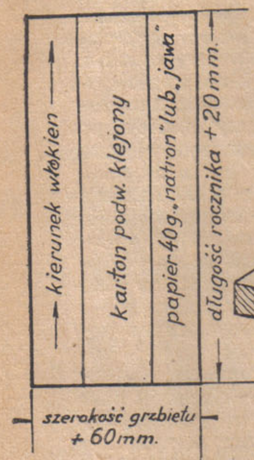
Rys. 14. Zaklejanie grzbietu klejem

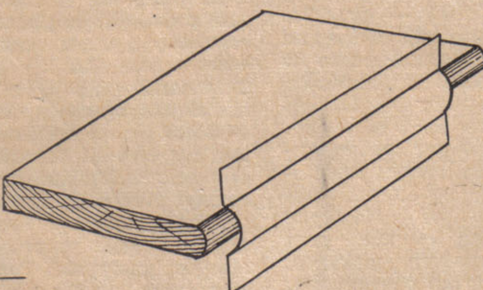


Rys. 15. Zaokrąglanie grzbietu

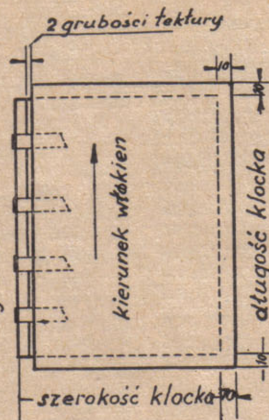


Rys. 16. Obcinanie brzegów klocka

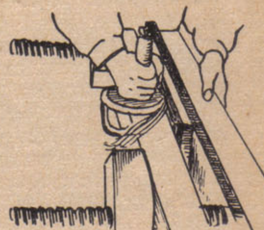




Rys. 17. Przygotowanie formy grzbietowej

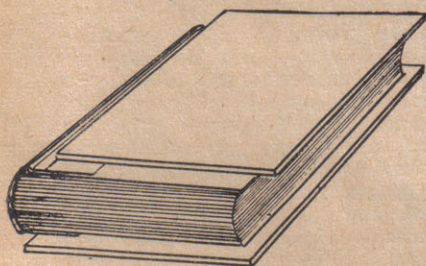


Rys. 18. Wymiary okładek

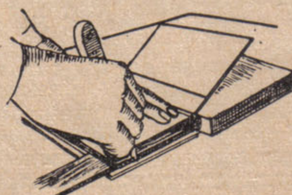




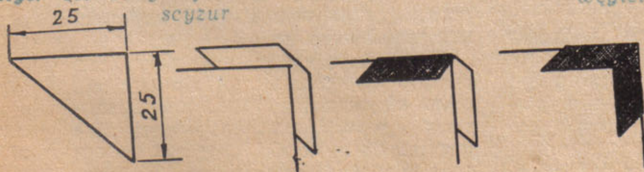
Rys. 23. Przygotowanie papieru do oklejania okładek



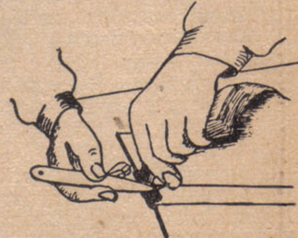
Rys. 19. Przyklejanie okładek do scyzur



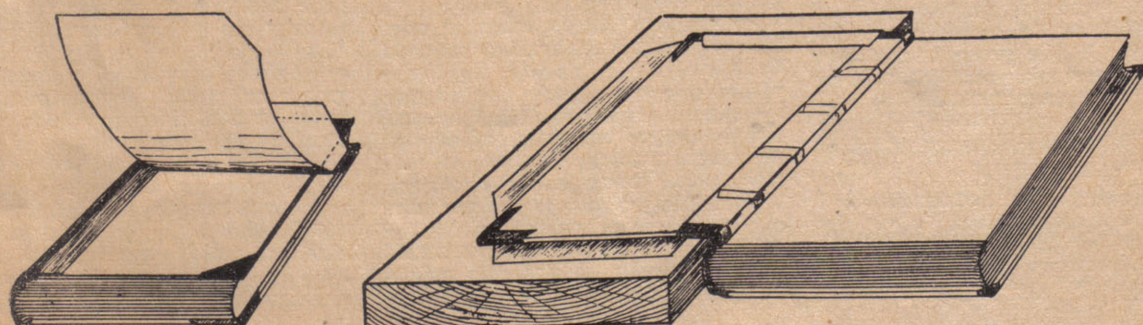
Rys. 20. Obcinanie okładek przy węgielnicy



Rys. 21. Przygotowanie narożników i oklejanie naroży okładek



Rys. 22. Zawijanie brzegów grzbietu do wewnątrz



Rys. 24. Oklejanie okładek

kłujemy wypadające w tych miejscach punkty igłą na zakładkach wklejek, które później nałożymy na grzbiety tych składów.

Punkty te rozmieszczamy równomiernie wzdłuż całego grzbietu rocznika, ustalając przedtem ilość tasiemek, do których będą przyszyte składy.

Ponieważ rocznik tworzyć będzie dość dużą i grubą książkę — to tasiemek powinno być co najmniej 4. — Ponadto musimy wyznaczyć jeszcze z obu końców grzbietu punkty na wiązanie składów ze sobą, czyli na tzw. płatniki i linie obcięcia klocka po zeszyciu. Jak już poprzednio wspomnieliśmy — obcięcie rocznika powinno być jak najmniejsze, a jeżeli górne marginesy w poszczególnych numerach czasopisma będą zbyt małe, możemy poprzestać tylko na wyrównaniu ich do jednego poziomu bez potrzeby obcinania rocznika od góry. W ten sposób górną krawędź książki mielibyśmy już wyznaczoną. Natomiast dolną krawędź, tj. linię obcięcia książki zaznaczamy na grzbiecie w zależności od krawędzi najkrótszego składu rocznika. Dopiero od wyrównanych u góry składów i od dolnej linii ich obcięcia wyznaczymy miejsca na płatniki w odległości 10—12 mm od górnej krawędzi ułożonych równo składów i dolnej linii ich obcięcia. Resztę grzbietu między płatnikami podzielimy na pięć równych części i zaznaczymy na grzbiecie cienkimi liniami (twardym ołówkiem przy węgielnicy). Linie te stanowić będą osie (środki) tasiemek, które w tych miejscach symetrycznie rozmieścimy na zszywarce. (Rys. 6). Tasiemki te przypniemy pinezkami do podstawy zszywarki. Drugie końce tasiemek przymocujemy do listwy oporowej i naprężymy ją (niezbyt mocno) przez podkręcenie nakrętek do góry (rys. 7). Do naprężonych w ten sposób tasiemek przyszyjemy pierwszy skład rocznika, czyli ostatni numer czasopisma wraz z wklejką. Dla wygodniejszego szycia podłożymy pod skład deskę. Do szycia użyjemy igły niezbyt grubej — tak aby przekłute przez nią otwory były całkowicie wypełnione nitką. Nici użyjemy lnianych nie bielonych nr 20 lub 25. Grubość nici przy szyciu rocznika odgrywa dość dużą rolę, gdyż nieodpowiednio dobrane powodują niepotrzebne zgrubienie grzbietu i konieczność przeprowadzania dodatkowych zabiegów w dalszych fazach oprawy. Grubość nici zależy też od grubości i jakości papieru użytego do wydrukowania czasopisma. Jeśli papier ten będzie gruby i bibulasty, to do zszywania składów należy użyć nici grubszych, które w taki papier dają się łatwiej wcisnąć przez sklepywanie zszytych składów młotkiem.

Jeśli zaś papier będzie cienki i ścisły, wówczas trzeba użyć nici cieńszych (nr 30). Długość nitki powinna wystarczyć do zeszycia 3—4 składów.

Dłuższe nitki przy szyciu skręcają się i suplą utrudniając w ten sposób szycie. Aby tego uniknąć, wskazane jest woskowanie nitki przed szyciem. Dowiązywanie nowej nitki na węzeł tkacki powinno się odbywać zawsze wewnątrz składu (rys. 8).

Przy szyciu duże znaczenie ma właściwe ułożenie rąk. W zasadzie lewa ręka powinna się znaleźć wewnątrz składu, prawa na zewnątrz. Dobrze byłoby również umieścić wewnątrz składu kostkę introligatorską — która ułatwiałaby w razie usunięcia ręki odszukanie środka składu. Szycie pierwszego składu rozpoczniemy od wkłucia igły przez zakładkę wklejki do górnego płatnika. Igłę wkłujemy od zewnętrznej strony składu i wciągniemy ją wraz z nitką do środka składu, pozostawiając jej koniec na zewnątrz bez zawiązywania na nim supełka.

Po wciągnięciu nitki — przekłujemy następnie grzbiecik składu od środka na załamaniu, dokładnie w tym miejscu, gdzie na zewnątrz znajdzie się brzeg pierwszej tasiemki, i wyprowadzimy tam nitkę.

Trzecie przekłucie grzbiecika wypadnie przy drugim brzegu tasiemki tak, aby nitka objęła tasiemkę ale nie przeszyła jej. Następne przekłucia wypadną również przy krawędziach pozostałych tasiemek, a nitka będzie je tylko obejmowała, tak jak pierwszą tasiemkę. Ostatniego przekłucia dokonamy w dolnym płatniku wyprowadzając nitkę na zewnątrz składu (rys. 9). Wyprowadzoną nitkę naprężymy ciągnąc ją równolegle do kierunku szycia i przytrzymując jednocześnie drugą ręką wolny jej koniec. Po naprężeniu nitki przystępujemy do szycia następnego składu, powtarzając wszystkie czynności w odwrotnym kierunku. Po powtórnym naprężeniu nitki (zawsze w kierunku szycia) związujemy ją z pozostawionym końcem w pierwszym składzie węzłem płaskim. Wiązanie to musi być ścisłe i mocne, ale trzeba wykonać je ostrożnie, aby nie naderwać grzbietów obu wiązanych składów.

Zszywanie następnych składów odbywać się będzie podobnie z tym tylko uzupełnieniem, że trzeci skład zwiążemy w płatniku z drugim składem na tzw. kluczkę w sposób podany na rys. 10.

Ostatni skład, podobnie jak pierwszy, zszyjemy razem z wklejką i zwiążemy go w płatniku (po naprężeniu nitki) z przedostatnim na kluczkę podwójną.

Po zeszyciu całego rocznika odetniemy z obu stron grzbietu tasiemki do 3 cm, a sam grzbiet wyrównamy nieco przez kilkakrotne uderzenie nim o płytę (rys. 11). Ponieważ grzbiet ten po zszyciu go nićmi stał się nieco grubszy, musimy go trochę ścienić przez zbicie młotkiem. W tym celu przód rocznika zaciśniemy mocno w prasie, a grzbiet będziemy zbijać młotkiem (rys. 12).

Przy zbijaniu grzbietu nie należy uderzać młotkiem z rozmachem, lecz raczej wgniatać go naciskiem ręki i ciężarem obucha (młotek powinno się trzymać tuż przy nasadzie trzonka).

Grzbietu nie należy zbijać zbyt mocno, gdyż przez to może stać się cieńszy od całego klocka, co potem spowodowałoby stałe podnoszenie się okładek.

Zasadniczo grzbiet powinien być grubszy od klocka najwyżej o 1—1,5 mm.

Po zbiciu grzbietu — przyklejamy krochmalem zakładki wklejek do sąsiadujących z nim składek (rys. 13), potem wyrównamy ponownie grzbiet na płycie i zakleimy go klejem z gliceryną (rys. 14). Wykonamy to w następujący sposób: Klocek książki włożymy między deski osłonięte na krawędziach papierem ochronnym, tak aby grzbiet wystawał z desek na 1—2 mm i następnie posmarujemy ten grzbiet rzadkim klejem z dodatkiem gliceryny, która po zaschnięciu kleju nada mu większą elastyczność (na litr kleju daje się 2 łyżeczki gliceryny). Klej nakłada się cienką warstwą i wciska go się włosiem pędzla między składy, a potem rozciera się jeszcze ostrym końcem młotka wzdłuż grzbietu w obie strony. Nadmiar kleju zbiera się z grzbietu papierem lub suchym pędzlem. Trzeba to robić szybko, zanim klej zastygnie. Po wyjęciu książki z desek, ujmujemy klocek w obie ręce i dla zrównania płaszczyzny grzbietu uderzamy nim o płytę lub deskę kilka razy. Następnie wkładamy książkę pod deskę i pozostawiamy ją do całkowitego wyschnięcia. Dobrze zaklejony grzbiet powinien być prostopadły do boków książki i pozbawiony jakichkolwiek grudek zaschniętego kleju. Po wyschnięciu grzbietu obijemy lekko młotkiem jego krawędzie (aby nie przecierały później płótna) i przystąpimy do obcięcia brzegów książki. Obcinać rocznik trzeba jak najmniej, aby nie poucinać przy tym ilustracji lub rysunków. Górnego brzegu, jak już zdecydowaliśmy przy wyznaczaniu miejsca na płatniki i tasiemki, obcinać nie będziemy poprzestając na wyrównaniu nadanym mu przed szyciem.

O ile książkę będziemy obcinać ręcznie (w prasie), to po obcięciu boku równoległego do grzbietu, musimy wyokrąglić prowizorycznie grzbiet do grubości klocka i w ten sposób ułatwić prawidłowe (pod kątem prostym) obcięcie brzegu dolnego (rys. 15). W tym celu układamy książkę na płycie lub desce brzegiem obciętym do siebie i trzymając ją czteroma palcami lewej ręki przyciągamy lekko jej grzbiet do siebie, a kciukiem odpychamy przednią jej stronę od siebie. Przytrzymując ją w ten sposób, uderzamy lekko młotkiem po grzbietach skrajnych składów (z jednej i drugiej strony klocka) i staramy się nadać całemu grzbietowi łagodny łuk. Jeżeli grzbiet będzie zbyt suchy, to przed zaokrągleniem można zwilżyć go nieco rzadkim krochmalem. Po wyokrągleniu grzbietu zamocujemy książkę

w prasie i obetniemy jej dolny brzeg przy wyznaczonej linii (rys. 16). Po obcięciu poprawimy jeszcze młotkiem zaokrąglenie grzbietu i utrwalimy je przez zaklejenie cienkim, ale mocnym (długowłóknistym) papierem o kierunku włókien równoległym do grzbietu. Naklejony pasek przygładzimy kostką introligatorską przez papier ochronny, aby dokładnie i całą powierzchnią przykleił się do grzbietu. Pasek może być nieco szerszy od grzbietu i może zachodzić na scyzury wklejek na 4—5 mm.

Po zaklejeniu grzbietu papierem, książkę lekko zaprasujemy i pozostawimy pod deską na kilkanaście godzin do zupełnego wyschnięcia. Po wyschnięciu grzbietu skrócimy tasiemki do 25 mm, zetniemy ich końce ukośnie, obciągniemy mocno na grzbiecie i przykleimy krochmalem do scyzur wklejek.

Teraz przygotujemy formę grzbietową (rys. 17). Formę tę skleimy z dwóch pasków kartonu o jednakowym kierunku włókien i po wyschnięciu nakleimy ją na pasek cienkiego, ale również mocnego papieru (natronu lub jawy) 40-gramowego. Długość formy powinna być o 20 mm dłuższa od grzbietu książki, a szerokość powinna odpowiadać łukowi grzbietu i dwóm grubościom okładki. Pasek papieru, na który nakleimy formę, powinien być od niej szerszy o 60 mm.

Po półgodzinnym schnięciu formy pod deską — wyokrąglimy ją za pomocą kostki introligatorskiej na odpowiednio uformowanym boku deski, tak aby odpowiadała ściśle łukowi grzbietu. Po wyokrągleniu formy — posmarujemy krochmalem tylko wystające brzegi papieru, a nie grzbiet, nałożymy ją na grzbiet książki i mocno obciągając papier przykleimy go do scyzur wklejek. Dla lepszego dociśnięcia formy można ją osłonić papierem ochronnym i przez ten papier dociskać palcami do grzbietu. Po przyklejeniu brzegów papieru do scyzur, trzeba podłożyć pod nie cienkie, białe tekturki (tzw. przekładki), ułożyć książkę między dwiema deskami, zaprasować ją w prasie i pozostawić aż do zupełnego wyschnięcia.

W czasie tego schnięcia przygotujemy materiał na okładki. Okładki wykonamy z tektury szarej (twardej) lub brązowej grub. 2,5—3,0 mm. Wymiary okładek (rys. 18) powinny być większe od wymiarów klocka o 10—12 mm z każdej strony przy założeniu, że brzeg okładki będzie odsunięty od krawędzi grzbietu o 2 grubości tektury. Przy wycinaniu okładek musimy pamiętać o kierunku włókien w tekturze, który powinien być równoległy do grzbietu książki. Przed przyklejeniem okładek do scyzur (rys. 19) zaznaczamy na nich (na scyzurach) ołówkiem linię, do której dosuniemy brzeg okładki przy klejeniu.

Następnie pod scyzurę podłożymy papier ochronny i posmarujemy jej powierzchnię krochmalem aż do zupełnego nasycenia nim papieru, po czym przyłożymy w wyznaczonym miejscu okładkę i przyciśniemy ją do scyzury dłonią, zmieniając przy tym papier ochronny na świeży. Aby w dalszej fazie oprawy zabezpieczyć wklejki przed odciśnięciem się na nich tasiemek i przed zabrudzeniem ich resztą krochmalu — po przyklejeniu następnej okładki podłożymy pod obie przyklejone scyzury (usuwając papier ochronny) białe tekturki (przekładki) i całość zaprasujemy mocno w prasie (w deskach). Po wyschnięciu, okładki obetniemy do wymaganych wymiarów po uprzednim zaznaczeniu na nich ołówkiem linii marginesów występujących na 2—3 mm poza brzegi książki. Okładki obetniemy nożem przy węgielnicy (rys. 20) — podkładając pod nie deskę i grubą tekturę (dla zabezpieczenia deski przed cięciami noża). Po obcięciu okładek przygnieciemy ich brzegi kostką, a ostre krawędzie przetrzemy lekko drobnoziarnistym papierem ściernym.

Po wykonaniu tej operacji zrównamy z okładkami formę grzbietową (za pomocą nożyczek) i przygotujemy płótno introligatorskie na narożniki i grzbiet książki. Na oklejenie narożników wytniemy z płótna prostokątne trójkąciki wg wymiarów podanych na rys. 21. Prostokątne naroża zetniemy nożem w takiej odległości od wierzchołka, aby po zawinięciu płótna na okładki zasłoniło ono nieco wierzchołek tektury. Narożniki posmarujemy gorącym klejem z gliceryną — i przez papier ochronny zawiniemy ich brzegi do środka, przygniatając mocno płótno kostką na przekroju tektury i na wewnętrznej stronie okładki (rys. 22).

Szerokość płótna, przeznaczonego do oklejenia grzbietu książki i trwałego połączenia go z okładkami, powinna równać się szerokości wyokrąglonego grzbietu i dwom szerokościom scyzury. Długość płótna powinna być o 20 mm większa od długości okładek. Dla umożliwienia podwinięcia płótna pod formę grzbietową musimy ponacinać scyzury na 12—15 mm od brzegu w głąb.

Przygotowane do naklejenia płótno posmarujemy gorącym klejem z gliceryną, nałożymy je równo na grzbiet i przygładzimy mocno rękami i kostką (przez papier ochronny) przyklejając je najpierw do grzbietu, a potem do rowków (między krawędzią grzbietu a krawędzią okładki) i wreszcie do okładek.

Płótno wciska się lekko w rowki kostką przez papier ochronny. Po przyklejeniu płótna ujmujemy klocek książki w ręce (rys. 23), odchylamy od niego okładki i za pomocą kostki zawijamy brzegi płótna do wewnątrz w powstałą między formą grzbietową a okładkami szczelinę.

Po wyschnięciu płótna musimy zrównać jego brzegi na wewnętrznej stronie okładek za pomocą noża i stalowej linii. Brzegi te po obcięciu powinny mieć taką samą szerokość, jak i brzegi narożników.

Do oklejenia okładek używamy papieru barwionego ręcznie lub maszynowo — o kierunku włókien równoległym do długości okładek. Barwa papieru powinna być zbliżona do barwy płótna. Papier przytniemy z takim wyliczeniem (rys. 24), aby jego brzegi po przyklejeniu do okładek i zawinięciu ich do środka zachodziły na nie na 10—12 mm. Naroża zewnętrzne po ich ścięciu powinny zakryć narożniki płócienne na 8—10 mm, a brzegi od strony grzbietu powinny zachodzić na płótno przynajmniej na 2—3 mm (trzeba to zaznaczyć ołówkiem przed naklejeniem papieru). Papier posmarujemy krochmalem aż do zupełnego nasycenia, przyłożymy go do okładki i przyciśniemy dłońmi przez papier ochronny nie tylko do danej powierzchni, ale również i do przekroju tektury (kostką), aby potem w tych miejscach nie odstawał (rys. 25). Po oklejeniu obu okładek wsuniemy pod nie białe tekturki (przekładki) i po założeniu na wierzch papieru ochronnego wysuszymy oprawę między deskami pod obciążeniem (cegieł lub kamieni). Po wyschnięciu wyrównamy ostrym nożem zawinięte do wewnątrz brzegi papieru do szerokości płótna grzbietu i narożników i przygniećmy je kostką.

Teraz zwęzimy zewnętrzną kartkę wklejki (c) o 2—3 mm (tylko na szerokość), podłożymy pod nią makulaturę — i posmarujemy krochmalem (do pełnego nasycenia). Następnie makulaturę zamienimy na czysty papier ochronny — przytrzymamy klocek książki kostką i przykleimy kartkę do okładki — odpychając przy tym klocek od brzegu do grzbietu. Po przyklejeniu drugiej wklejki włożymy między nie z obu stron przekładki tekturowe i mocno ściśniemy książkę (między deskami) w prasie na parę minut.

Po wyjęciu z prasy usuniemy suchą szmatką nadmiar wyciśniętego na brzegi krochmalu, zmienimy przekładki, włożymy książkę pod deskę obciążoną niewielkim ciężarem i pozostawimy ją do całkowitego wyschnięcia (co najmniej przez 24 godziny). Jeśli po wyschnięciu okaże się, że kartki wklejek mimo ich zwężenia uległy nadmiernemu rozciągnięciu i zakleiły zbyt daleko obrzeże barwnego papieru — należy z wklejki ściąć ostrożnie zbędny paseczek papieru (ostrym nożem) i usunąć go, po czym otworzyć książkę i przełożyć kolejno wszystkie kartki od początku do końca. Czynność ta nazywa się kartkowaniem i ma na celu sprawdzenie, czy książka została dobrze zeszyta.

Opr. Jerzy Niebojewski

BIBLIOGRAFIA

Walenty Czyżycki — *Introligatorstwo*.
Michał Sowiński — *Nauczanie robót* (część I „Oprawy").
Franciszek Dubrawski — *Introligatorstwo w szkole*.
Aleksander Semkowicz — *Oprawa książek*.
Praca Ręczna w Szkole, rok 1932, nr 3—4.

SZKOŁA



AUTOMATYCZNY WYŁĄCZNIK

Rozwiązanie zadania nr 10

Wielki to kłopot wybrać spośród 80 dobrych odpowiedzi kilka najlepszych. Uwzględnić przy tym wypada: słuszność pomysłu, staranność opisu i rysunków w porównaniu z przygotowaniem technicznym autora pracy. A przecież nieudolny graficznie i niezbyt jasno opisany projekt młodego chłopca, mieszkańca wsi oddalonej od ośrodków technicznych, może być bardziej wartościowy od eleganckiego w formie i prawidłowego, choć nieciekawego rozwiązania nadesłanego przez studenta uczelni technicznej czy nawet przez technika-referenta do spraw wynalazczości.

Rozwiązania zadania nr 10 można podzielić na 4 zasadnicze grupy.

Pierwsza z nich — to urządzenia mechaniczne, wagowe czy sprężynowe, zwalniane ruchem skrzydełka w budziku — tego skrzydełka, które kręci się w chwili dzwonienia. W układzie tym nastawia się godzinę tak, jak do dzwonka, po czym o skrzydełko opiera się dźwignię włącznika mechanicznego czy elektromagnetycznego. Ciekawe, że nikt nie wpadł na pomysł bezpośredniego wykorzystania ruchu młoteczka w dzwonku budzika. Jak wiadomo — dokładność nastawienia urządzenia dzwonkowego w budzikach nie jest zbyt wysoka, a więc rozwiązania takie, choć proste — nie są w skutkach zbyt precyzyjne.

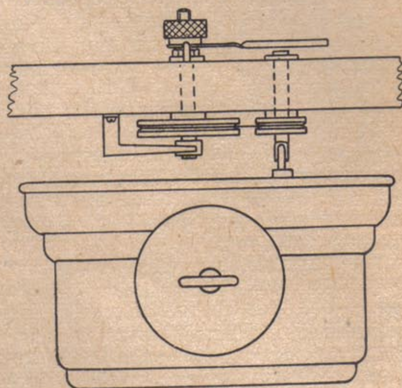
Druga grupa — to urządzenia kontaktowe, wykorzystujące stały ruch obrotowy drugiego skrzydełka w budziku — tego, którym nakręca się główną sprężynę. Urządzenie takie ma składać się zazwyczaj z 2 kółek zębatych lub pasowych o tak dobranym przełożeniu, aby tarcza kontaktowa na jednym z nich wykonywała pełny obrót w ciągu 24 godzin. Ruchome kontakty nastawiane na dowolną godzinę włączają żądany obwód z dużą dokładnością. Takie rozwiązanie wymaga każdorazowego ustawienia tarczy ze wskazówkami zegara (skorygowania), ale jest proste i skuteczne.

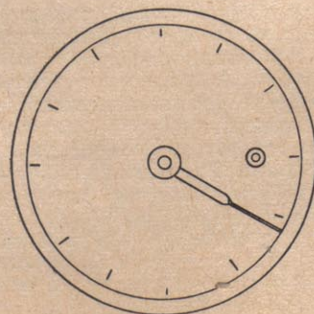
Wykorzystanie ciężarków zegarów ściennych jako ruchomych kontaktów natchnęło dużą grupę konstruktorów do mniej lub więcej prawidłowych rozwiązań. Wszyscy wpadli na pomysł skalowania w godzinach ruchu tych ciężarków, co jest o tyle trudne, że przy nakręcaniu wymaga ustawiania ciężarków idealnie na tej godzinie, którą zegar w danej chwili wskazuje.

Czwartą grupę wreszcie stanowią te rozwiązania, w których jako kontaktu użyto samych wskazówek. Jest tu dużo rozwiązań, nieraz bardzo dowcipnych, czasem jednak tak skomplikowanych, jak co najmniej centrale telefoniczne. Podstawowym błędem tych rozwiązań jest fakt, że nawet niewielka siła na końcu wskazówki zdolna jest zatrzymać cały mechanizm. Nie dotyczy to jedynie dużych zegarów, gdzie, jak na wieży parlamentu w Londynie, na końcu wskazówki może usiąść dorosły człowiek, a zegar idzie dalej. Pamiętać też trzeba, że przepływ prądu przez wskazówki powoduje ich niszczenie na skutek elektrokorozji w miejscach złączeń. W tej grupie rozwiązań znalazły się również kontakty polegające na zastosowaniu dodatkowej ruchomej tarczy na cyferblacie obracającej się wraz ze wskazówką godzinową. Wycięcie w tej tarczy powoduje zwolnienie podpieranego ramienia i zwarcie obwodu. Jednak zarówno nastawienie tarczy, jak i jej hamowanie przez jedno z ramion kontaktu wydają się być dla zegara niekorzystne.

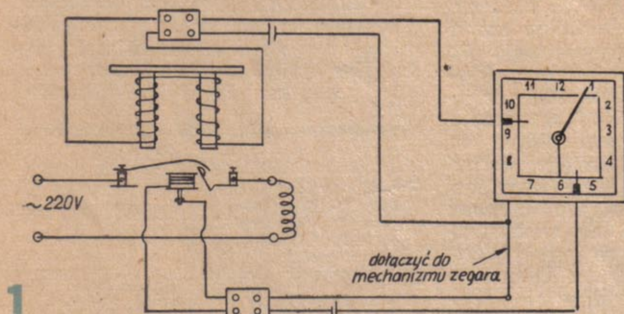
Nagrody w postaci nart otrzymują: Ryszard Piotrowski (Lublin), Halina Świątak (Dąbrowa Górnicza) oraz Tadeusz Wrzosek (Gdańsk).

Nagrody pocieszenia w postaci książek otrzymują: Antoni Sożyński (Gdańsk), Wiesław Stasikowski (Kraków), oraz Włodzimierz Słoma (Łowicz).

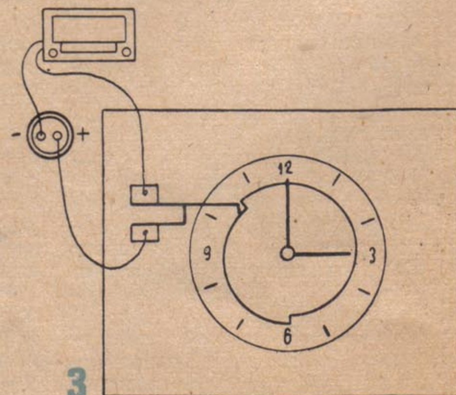




2



1



3

SUSZARKA DO BUTÓW

Zadanie nr 14

W słotne, deszczowe dni jesienno-zimowe wiele utrapienia sprawiają wiecznie mokre buty, szczególnie na wsi, gdzie nie ma chodników. Dlatego kolejnym tematem zadania „Szkoły Wynalazców" będzie konstrukcja urządzenia do suszenia obuwia.

Przystępując do obmyślenia naszego urządzenia pamiętać musimy o kilku podstawowych prawach związanych z zagadnieniem suszenia:

1. Butów mokrych niesposób zabezpieczyć pastą czy tłuszczem, a więc ulegają one szybkiemu niszczeniu.
2. Proces wysychania przebiega szybciej w wyższych temperaturach, jednak przekroczenie 150°C niszczy skórę.
3. Schnięcie następuje tym szybciej, im mniejsza jest wilgotność przestrzeni otaczającej suszony przedmiot.
4. Pewne substancje mają własność pochłaniania wody znajdującej się w gazie otaczającym je (np. chlorek wapnia, saletra chilijska).
5. Nadmiar pary wodnej znajdującej się w otaczającym te substancje gazie (powietrzu) osiada jako krople wody na najzimniejszych powierzchniach.

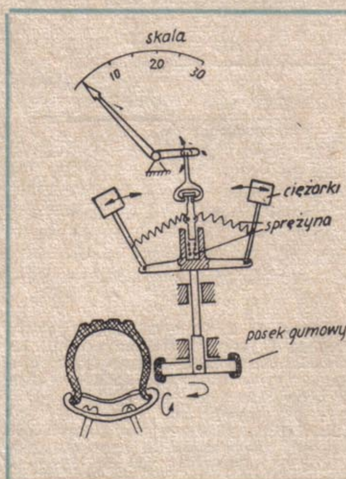
Z tych kilku uwag, jak również ze znanych praw fizyki uda się Wam na pewno wyciągnąć odpowiednie wnioski pozwalające skonstruować dowcipne urządzenie do suszenia butów.

Dla autorów suszarek o najlepszej konstrukcji Redakcja przeznacza jako nagrody 2 pary butów do turystyki wysokogórskiej.

Prace (rysunki wraz z opisem) należy nadsyłać do dnia 20 stycznia 1957 roku pod adresem: „Młody Technik", Warszawa, ul. Spasowskiego 4, z dopiskiem „Szkoła Wynalazców". Uczestników konkursu prosimy o podanie wieku i zawodu, a ze względu na możliwość zdobycia nagrody — także numeru noszonego obuwia.

Z okazji wydania w ubiegłym miesiącu setnego numeru „Młodego Technika" otrzymaliśmy z różnych stron Polski wiele miłych listów i życzeń. Ich autorom składamy podziękowanie za tak ujmujące dowody pamięci.

Zespół redakcyjny „Młodego Technika"



SPROSTOWANIE

W numerze październikowym (14) „Młodego Technika" w omawianiu rozwiązań zadania „Szybkościomierz do roweru" zamieszczony został błędny rysunek schematu tego urządzenia. Rysunek poprawny, właściwie przedstawiający zasady konstrukcji szybkościomierza zamieszczamy obok. Za błąd wynikły z niedopatrzenia Redakcji przepraszamy wszystkich Czytelników „Szkoły Wynalazców".



ODKRYWAMY FIZYKĘ

WOKÓŁ SIEBIE (II)

Spotykamy się dziś znowu, aby wybrać się na poszukiwanie FIZYKI.

Zatrzymajmy się jeszcze chwilę w domu, zanim wyruszymy dalej.

O, widzicie: zgasło „światło"! Widocznie przepaliły się „korki". Wobec tego zacznijmy od przypatrzenia się temu urządzeniu w naszej domowej instalacji.

Zajrzyjmy do szafki, gdzie znajduje się licznik. Oczywiście wszyscy wiecie, że właśnie nad licznikiem umieszczone są bezpieczniki, popularnie zwane „korkami". Wielu z Was potrafi przepalone korki wymienić.

Żeby lepiej poznać działanie bezpieczników, przeprowadźmy następujące doświadczenie. Przy pomocy porcelanowej „kostki", służącej do łączenia przewodów, wtyczki sieciowej i kawałka kabla (tzw. „sznura") zmontujcie proste urządzenie przedstawione na rys. 1 (oczywiście, można to praktycznie rozwiązać i w inny sposób).

Urządzenie to potrzebne nam jest do wywołania krótkiego spięcia, ale poprzez kawałeczek możliwie cienkiego drutu nikielinowego, np. ze starej spiralki oporowej z żelazka do prasowania. W momencie, kiedy wtyczkę włączymy do kontaktu — z naszego drucika buchnie snop iskier i... już go nie ma. Podobnie dzieje się z naszymi bezpiecznikami przy nadmiernym obciążeniu instalacji.



Rys. 1
Przy demonstracji uwaga na iskry! Pamiętajcie, że części metalowe są pod napięciem!

No, dobrze, zapytacie, ale dlaczego tak się dzieje?

Jak wam wiadomo ze szkoły, prąd płynący przez przewodnik wywołuje jego ogrzanie, powstaje pewna ilość ciepła zależna od: natężenia prądu, oporu przewodnika oraz czasu, według wzoru:

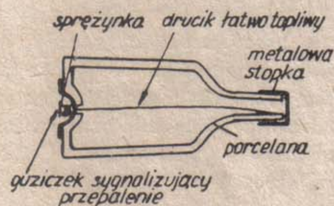
$Q = 0{,}25\ i^2 rt$, gdzie: i — prąd w amperach, r — opór w omach, t — czas w sekundach, Q — cal (małe).

W momencie włączenia naszego „bezpiecznika" do sieci, zaczyna płynąć prąd, którego natężenie zależy m. in. od oporu całego obwodu: drucika +

przewodów doprowadzających. Jednak opór drutu nikielinowego jest znacznie wyższy niż przewodów doprowadzających, wobec czego tu będzie wydzielona największa ilość ciepła. Przy dostatecznie dużym natężeniu prądu tak duża, że drucik ulegnie „przepaleniu". Moglibyśmy sobie teraz zadać pytanie (wcale nie głupie!) dlaczego, kiedy włączamy maszynkę elektryczną do sieci, rozpala się tylko spiralka, a nie przewody doprowadzające (chociaż w całym obwodzie płynie prąd o tym samym natężeniu). Odpowiedź jest taka sama jak poprzednio i kryje się w prawie Joule'a (Dżaula) zawartym w podanym wyżej wzorze.

Rozumiecie już chyba teraz rolę bezpieczników? Instalacja w mieszkaniu jest zaprojektowana na pewien maksymalny pobór mocy. Przekrój przewodów jest tak dobrany, że może przez nie płynąć bezpiecznie prąd o określonym natężeniu (najczęściej 6A, czyli możemy pobierać równocześnie najwyżej moc równą: 6A × 220 V = 1320 VA). Przy takim natężeniu grzanie się przewodów (które posiadają przecież też swój określony opór) nie jest niebezpieczne, nie grozi przykrymi następstwami (np. pożarem wywołanym wysoką temperaturą przewodów).

Nigdy jednak nie wiadomo, czy użytkownikom nie przyjdzie ochota nadmiernie obciążyć instalacji. Ostatecznie nie każdy może się znać na elektrotechnice. Właśnie dlatego w instalacji domowej mamy bezpieczniki, zwane po-



Rys. 2

Przekrój najważniejszej części „korka", tzw. „patronu"

pularnie „korkami". Taki „korek" (rys. 2) to nic innego, jak drucik z odpowiedniego stopu umieszczony w odpowiedniej oprawce, który stapia się pod wpływem prądu o określonym natężeniu. Jeżeli więc równocześnie włączymy kilka odbiorników prądu, o łącznej mocy większej niż dopuszczalna — bezpiecznik powie swoje „veto", przepalając się i wyłączając tym samym instalację z sieci miejskiej.

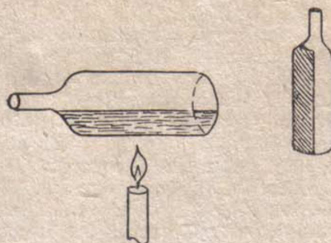
Wiemy wszyscy, co robią w takich wypadkach domorośli elektrotechnicy. Zakładają grubszy drucik do bezpiecznika. Rzeczywiście, nasz bezpiecznik się teraz nie przepali, ale przepali się silniejszy bezpiecznik np. w „mufie" (przy głównym przewodzie) pozbawiając prądu cały dom. Jeżeli nawet to nie nastąpi — to przecież w myśl prawa Joule'a wydzielać się teraz będzie więcej ciepła, niszcząc izolację kabli w ściankach i skracając życie naszej domowej instalacji.

Nie będziemy się na razie więcej zajmować instalacją elektryczną.

Poszukajmy wokół siebie ciekawych zjawisk z innych dziedzin fizyki. Przypatrzmy się np. piecowi, który ogrzewa dwa pomieszczenia: pokój i łazienkę. Od strony pokoju kafle są ciemne, a od strony łazienki zwykłe, białe. Jak sądzicie, czy to przypadek? Nie. To świadome wykorzystanie praw fizycznych.

Wiadomo przecież, że ciemne powierzchnie łatwiej wypromieniowują (i pochłaniają) ciepło niż jasne. Dzięki więc takiemu doborowi kafli większa część ciepła zostanie wypromieniowana na pokój, a znacznie mniejsza do łazienki.

O tym, że ciemna powierzchnia łatwiej promieniuje, możemy się przekonać jeszcze na takim np. doświadczeniu: Zwykłą butelkę z jasnego szkła na pewnej powierzchni pokrywamy sadzą



Rys. 3

nad kopcącym płomieniem (rys. 3). Przygotowujemy sobie następnie przyrząd do pomiaru temperatury, tzw. ter-



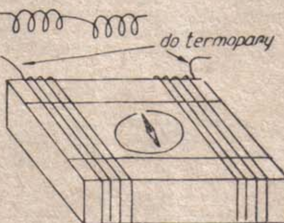
Rys. 4

moparę (rys. 4) z dwu odcinków drutu miedzianego i jednego żelaznego lub lepiej konstantanowego. Końce tych drutów spajamy w dowolny sposób (lutowanie, spojenie na punktarce elektrycznej) w kolejności pokazanej na rysunku. Tak wykonana termopara ma tę własność, że jeżeli dwa spojenia różnych metali znajdują się w różnych temperaturach — to powstaje pewna siła elektromotoryczna, a więc przez termoparę popłynie pewien prąd. Jeżeli do naszej butelki nalejemy gorącej



Rys. 5

wody i z obu stron (rys. 5) — od strony powierzchni jasnej i ciemnej, matowej — w jednakowej odległości umieścimy końcówki termopary, to, jeżeli oczywiście powierzchnie te mają w różnym stopniu zdolność promieniowania ciepła, końcówki naszej termopary powinny ogrzać się do różnych temperatur, czyli przez obwód z termoparą powinien popłynąć prąd. Prąd ten jednak, przy znacznym dość oporze przewodów, będzie bardzo słaby (siła elektromotoryczna jest tu rzędu 50 μV). Jak więc stwierdzić jego obecność? I na to



Rys. 6

znajdziemy radę. Sporządzimy prosty, a zarazem czuły galwanometr. W tym celu na ramce (np. na części pudełka od zapałek) nawiniemy kilkanaście lub kilkadziesiąt zwojów (trzeba ilość ich dobrać doświadczalnie), a do wnętrza wsuniemy zwykły... kompas (rys. 6). Jeżeli przez zwojniczkę popłynie prąd — igła wychyli się ze swego normalnego położenia.

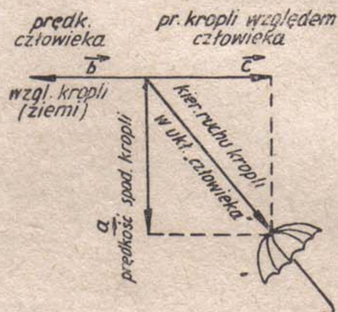


Rys. 7

Rys. 7 pokazuje nam, jak przeprowadzimy całe nasze doświadczenie. Po nalaniu ciepłej wody do butelki, istotnie igiełka wychyli się. Jeżeli teraz obrócimy butelkę o 180°, igiełka wychyli się również w przeciwną stronę.

Jeżeli ktoś z was wybierze się latem na wycieczkę na Kaszuby, może zobaczyć w maleńkim, regionalnym muzeum we Wdzydzach Kiszewskich mazurski piec: z ciemnych kafli uformowanych tak, iż tworzą jakby żebrowanie chłodnicy. Wszystko po to, by zwiększyć powierzchnię promieniującą ciepło. Rzemieślnicy, którzy takie piece budowali, na pewno nie znali praw fizyki, a jednak kierując się intuicją, umiejąc patrzyć na zjawiska, potrafili je świetnie wykorzystać.

A teraz wyjdźmy na ulicę. Z pewnością i tu znajdziemy **FIZYKĘ**. Patrzcie: pada deszcz ze śniegiem. Ludzie spieszący ulicą kryją się pod parasolami. Ale dlaczego ci, którzy idą szybciej, pochylają bardziej parasole? Czy nigdy na to nie zwróciliście uwagi? Wobec

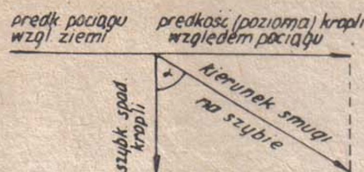


Rys. 8

tego popatrzcie na rys. 8. Przy bezwietrznej pogodzie krople spadają prostopadle (wektor „a" oznacza prędkość spadania takiej kropli). Jeżeli człowiek się porusza, posiada pewną prędkość (w kierunku poziomym) względem kropli. Nam jednak chodzi o zbadanie, jak się „zachowuje" kropla wobec człowieka. Musimy więc potraktować człowieka jako układ odniesienia. Możemy wtedy powiedzieć, że człowiek jest nieruchomy, natomiast kropla posiada prędkość względem niego równą co do wartości prędkości ruchu człowieka, ale o zwrocie przeciwnym (wektor „c" na rys. 8). Jeżeli mamy dwa wektory, możemy je geometrycznie dodać. Okaże się wówczas, że kropla porusza się względem człowieka nie prostopadle, ale ukośnie, i to tym bardziej, im większa jest prędkość człowieka. Jeżeli więc chcemy, aby parasol spełnił swą rolę, a więc by bronił nas przed deszczem, musimy go tak przechylić, aby krople w czasie ruchu spadały nań prostopadle. No i proszę, niech mi ktoś teraz powie, że składanie wektorów nie ma zastosowania w życiu...

Zupełnie podobnie rzecz się przedstawia, kiedy obserwujemy szybę w jadącym podczas deszczu pociągu. Zwróćcie uwagę, że strugi deszczu układają się wówczas prawie dokładnie w jed-

nym kierunku. Znając kąt, pod jakim się one układają (względem poziomu), można wyliczyć w przybliżeniu prędkość spadania kropel. Popatrzcie na



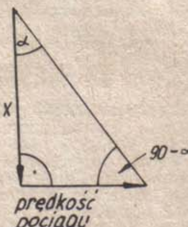
Rys. 9

rys. 9. Musimy znać kąt i jeden z wektorów składowych, aby obliczyć drugi. Jeżeli chcemy obliczyć prędkość spadania kropel — musimy znać prędkość pociągu.

Prędkość pociągu znajdziemy mierząc czas, w którym przebywa on określoną odległość: np. między dwoma słupkami kilometrowymi przy torze. Można też liczyć słupy telegraficzne. Mając drogę i czas, w ciągu którego została ona przez pociąg przebyta, dzielimy pierwszą wielkość przez drugą i otrzymujemy prędkość:

$$\text{prędkość (w m/sek)} = \frac{\text{droga (w m)}}{\text{czas (w sek.)}}$$

Prędkość ta będzie oczywiście równa (liczbowo!) prędkości poziomej kropli względem pociągu. Kąt α pomiędzy brzegiem okna (pionowa część ramy) a kierunkiem smugi deszczu, możemy znaleźć przy pomocy kątomierza. Mając te dane, budujemy w pewnej skali



Rys. 10

trójkąt prostokątny (rys. 10); długość drugiej prostokątnej da nam (w tej samej skali) prędkość spadania kropli. Radzę wam przy pierwszej okazji zabawić się i przeprowadzić ten pomiar.

Jeszcze jedna uwaga: z faktu, że wszystkie strugi na oknie pochylone są pod tym samym kątem do pionu, można wnosić, że wszystkie krople spadają z tą samą prędkością. Można więc na tej podstawie sądzić, że muszą one poruszać się przy ziemi ruchem jednostajnym z taką samą prędkością (spadają przecież z różnych wysokości!).

Drodzy przyjaciele. W czasie tych dwóch „wypraw odkrywczych" staraliśmy się patrzeć innymi niż normalnie oczyma na otaczające nas zjawiska. Doszukiwaliśmy się w nich praw fizycznych. Na zakończenie chciałbym wam jeszcze zwrócić uwagę na pewną oczywistą rzecz, z której jednak często nie zdajemy sobie sprawy: postęp w nauce, w fizyce, jak i technice nie polega na wymyślaniu nowych praw przyrody, ale na ich odkrywaniu i celowym stosowaniu, a więc świadomym podporządkowywaniu się im. Mówimy przecież: **odkryto** nowe prawo albo że **wynaleziono** nową maszynę. Tam umysł ludzki stwierdza istnienie pewnej prawidłowości, pewnego prawa w przyrodzie — tutaj kombinuje ze sobą szereg zjawisk fizycznych, stwarzając urządzenie, które te zjawiska i prawa wykorzystuje dla dobra człowieka. Można więc śmiało powiedzieć, że fizyka tworzy technikę.

W następnych numerach zajmiemy się tym bliżej: postaramy się pokazać na przykładach, że fizyka jest istotnie fundamentem techniki.



KILKA CIEKAWOSTEK DLA CHEMIKÓW-FOTOGRAFÓW

Mimo iż w sklepach można nabyć papiery fotograficzne, niektórzy z Kolegów zwracają się w swych listach z prośbą o podanie najprostszego przepisu na wykonanie w domowych warunkach papieru światłoczułego do odbitek fotograficznych. Otrzymaliśmy również listy z pytaniami, w jaki to sposób wykonywane są fotografie, np. na papierach listowych.

Aby uczynić zadość tym wszystkim pytaniom i prośbom — ostatni tegoroczny kącik poświęcimy jeszcze materiałom światłoczułym i przy okazji zapoznamy się z paru prostymi „chwytami" z tej branży.

Zacznijmy od papieru do odbitek.

Papier taki można wykonać samemu, ale z góry bądźmy na to przygotowani, że jakościowo będzie on ustępować papierowi produkowanemu przez przemysł.

Jako papier podłożowy, na który nałożymy emulsję światłoczułą, najlepiej będzie użyć równo przyciętych arkusików kartonu lub brystolu. W zasadzie dobry papier podłożowy powinien być barytowany, to jest pokryty cieniutką warstewką siarczanu baru zawieszonego w roztworze żelatyny, ale zabieg ten jest trudny do przeprowadzenia i możemy z niego zrezygnować.

Mając przygotowany papier przystępujemy do wykonania trzech podstawowych roztworów, z których następnie otrzymamy emulsję.

Roztwór I

5 g białej żelatyny spożywczej krajemy na małe kawałeczki i zalewamy 80 ml zimnej destylowanej wody. Po 24 godzinach moczenia żelatyna spęcznieje i rozpuści się całkowicie. Rozpuszczanie żelatyny możemy przyspieszyć wstawiając naczynie do ciepłej wody. Gdy to już nastąpi, do roztworu żelatyny dodajemy 0,5 g chlorku amonu (salmiaku).

Roztwór II

2,8 g azotanu srebra rozpuszcza się w 20 ml destylowanej wody.

Roztwór III

0,6 g kwasu cytrynowego rozpuszcza się w 10 ml destylowanej wody.

Uwaga: wszystkie naczynia, w których przeprowadzamy rozpuszczanie składników, muszą być zupełnie czyste i przemyte wodą destylowaną.

Teraz z roztworami naszymi przenosimy się do ciemni, gdzie trzeba już będzie pracować przy świetle pomarańczowym. Roztwory wstawiamy do naczynia z wodą o temperaturze 50°C. Po około 10 minutach, gdy roztwory osiągną już temperaturę 50°C, zaczynamy je zlewać dokładnie mieszając. Do roztworu I dolewamy mieszając roztwór II, a następnie roztwór III.

Po zmieszaniu całość ogrzewa się przez 5 minut w wodzie o temperaturze 50°C, po czym wylewa do ogrzanego w wodzie płaskiego, płytkiego naczynia, np. małej wanienki fotograficznej lub tacki wykonanej z blachy. Emulsję należy nalewać ostrożnie i z małej wysokości, aby uniknąć tworzenia się pęcherzyków powietrza.

Na powierzchni emulsji kładzie się arkusiki kartonowe i pozostawia je tak przez 1 minutę. Po ostrożnym wyjęciu kartoniki zawiesza się za rogi i suszy w temperaturze pokojowej przez noc, oczywiście stale w zaciemnionym pomieszczeniu.

W celu wypróbowania naszego światłoczułego papieru, kładziemy na nim w ciemni rysunek wykonany na kalce, żyletkę lub np. liść, przykrywamy czystą szybką szklaną i naświetlamy z odległości 20 cm żarówką 60 W przez 2—3 minuty. Naświetlony papier wywołujemy i utrwalamy normalnie.

Jeśli wszystkie zabiegi wykonamy starannie i czysto, wówczas po utrwaleniu otrzymamy na czarnym tle biały rysunek, bądź zarys żyletki czy liścia.

Wykonajmy teraz następujące doświadczenie:

Ubijamy dokładnie pianę z białka jednego kurzego jaja i przenieśmy ją do szklanki, którą odstawimy na 6 godzin. W międzyczasie rozpuszczamy w 10 ml wody destylowanej 0,5 g dwuchromianu amonu. Po około 6 godzinach piana z białka rozdzieli się. Wówczas zlewamy ostrożnie zebrany na dnie płyn. Zawiera on jako główny składnik albuminę. Roztwór ten rozcieńczamy podwójną ilością wody destylowanej, to jest na ml roztworu albuminy dajemy 2 ml wody destylowanej, po czym dodajemy do niego 1—2 kropli czerwonego atramentu.

Zabarwiony i rozcieńczony roztwór mieszamy w ciemni w stosunku 1 : 1 z przygotowanym poprzednio roztworem dwuchromianu amonu. Tak otrzymaną mieszaniną oblewamy cienko arkusiki kartonu i suszymy je przez noc. Następnie na jeden suchy arkusik kładziemy żyletkę i wystawiamy go na pełne słońce na 1 godzinę. Wkładamy naświetlony tak arkusik do wody i po 5 minutach przecieramy go lekko w wodzie zwitkiem waty. Przekonamy się wówczas, iż na arkusiku pojawiać się poczęnie na czerwonym tle biały zarys żyletki.

Dzieje się tak dlatego, że w obecności związków chromu pod wpływem promieni świetlnych albumina zatraca rozpuszczalność w wodzie. Natomiast w miejscach osłoniętych przez żyletkę albumina jest nadal rozpuszczalna i zostaje przez wodę usunięta.

Ze zjawiska rozpuszczalności naświetlonych emulsji chromowych korzysta od wielu już lat przemysł poligraficzny przy sporządzaniu metodami chemigrafii płyt do reprodukcji ilustracji. Na płyty cynkowe pokryte emulsją chromową kopiuje się optycznie rysunek. Miejsca naświetlone stają się nierozpuszczalne i dzięki temu w wodzie usunięta zostaje emulsja jedynie z miejsc nie naświetlonych. W tych więc miejscach zostaje odsłonięte podłoże — blacha cynkowa, którą następnie trawi się kwasami. W ten sposób miejsca naświetlone stają się wyższe, wypukłe, a pokryte farbą odciskają na papierze odbicie skliszowanego w ten sposób rysunku. Tą samą metodą chemigrafii wykonuje się na metalach precyzyjne skale, napisy itp.

Emulsje chromowe stosowane są również i do sporządzania odbitek na papierach listowych. Ponieważ odbitki takie można przy pewnej wprawie i staranności wykonać samemu, podamy prosty sposób.

Rozrabiamy w ciepłym roztworze barwnika krochmal na zawiesinę o konsystencji miodu. Roztwór barwnika otrzymujemy w sposób następujący. Pastylkę farby akwarelowej — pożądanego przez nas koloru — drobno proszkujemy i rozpuszczamy w 100 ml gorącej wody. Po godzinie całość sączymy przez gęsty gałganek i przesączem rozrabiamy krochmal. Tak otrzymaną barwną zawiesiną krochmalu pokrywamy bardzo cienko po jednej stronie papier. Do tego celu należy brać papier dobrego gatunku, gładki i dosyć gruby.

Po wysuszeniu papier w celu nadania mu światłoczułości kładzie się na 2 minuty na powierzchni roztworu o składzie: 50 ml wody destylowanej i 3 g dwuchromianu potasu. Nasycanie należy tak wykonać, aby papier nie zatonął i aby jego druga strona nie została zamoczona. Papier nasycamy i suszymy w ciemnościach.

Kopiowanie negatywu czy jakiegoś innego rysunku, należy wykonywać na słońcu przez 10 minut, bądź w cieniu przez 1 godzinę. Następnie papier zmywa się po stronie kopiowanej wodą. Ponieważ miejsca naświetlone stały się nierozpuszczalne, zatrzymują one barwnik. Natomiast z miejsc nie naświetlonych emulsja wraz z barwnikiem zostaje wypłukana wodą.

Przy nabraniu wprawy, metodą tą można otrzymywać zupełnie niezłe odbitki w dowolnie wybranym przez nas kolorze.

A teraz jeszcze jedna ciekawa i prosta metoda fotograficzna, którą można wykonywać fotografie na... skorupkach zwykłych jaj kurzych. Opanowawszy tę, jak zaraz się przekonamy, niezbyt skomplikowaną technikę, będziemy mogli na Wielkanoc wykonać pisanki, jakich nikt jeszcze nie widział.

A więc po pierwsze jajko kurze bardzo starannie szorujemy szczotką z mydłem i sodą, po czym gotujemy je na twardo. Następnie dokładnie je suszymy i wkładamy do roztworu o składzie: 100 ml wody i 3 g soli kuchennej. Po ponownym wysuszeniu, za pomocą pędzelka nanosimy na skorupkę jajka w miejscach, gdzie chcemy otrzymać rysunek, 10%-owy roztwór azotanu srebra w wodzie destylowanej. Powlekanie azotanem srebra należy wykonać przy świetle pomarańczowym. Gdy skorupka już wyschnie (4 godziny), można przystąpić do kopiowania na niej rysunku. Do tego celu nadają się małe negatywy na błonach celuloidowych lub rysunki oczywiście też negatywne, wykonane na kalce. Negatyw taki przykłada się do miejsca pokrytego azotanem srebra, po czym pokrywa się kawałkiem czarnego aksamitu z otworem na rysunek. Dobre i ładne efekty otrzymuje się, jeśli negatyw nakryć aksamitem z wycięciem owalnym. Brzegi otworu mogą być lekko wystrzępione.

Do naświetlania najlepiej jest stosować żarówkę 100 W osłoniętą szybą matową lub podwójną warstwą kalki kreślarskiej. Naświetlanie trwa 5—8 minut. Po naświetleniu obraz na jajku wywołujemy i utrwalamy tak jak na papierze i bardzo dokładnie płuczemy w wodzie.

Na zakończenie podamy jeszcze prosty sposób wykonywania przezroczy. Jak wiemy, do wyświetlania stosować musimy pozytywy na przezroczystym podłożu. Kopiowanie negatywów na taśmie czy płytach fotograficznych jest dosyć trudne. Możemy jednak trudność tę ominąć, jeśli zwykłym odbitkom — pozytywom na papierze nadamy przezroczystość.

Aby tego dokonać, odbitki wykonane możliwie na jak najcieńszym papierze, zanurzamy na chwilę do ciepłego roztworu o składzie 40 g roztopionej białej parafiny zmieszanej z 10 ml oleju lnianego.

Papier zanurzony wiesza się do obcieknięcia, po czym wkłada pomiędzy dwa arkusze grubej bibuły i suszy przyłożony ciężką książką. Po tym zabiegu papier stanie się przezroczysty z wyraźnym, ciemnym rysunkiem obrazu.



O NIESKOŃCZONOŚCI I PARADOKSACH

Pojęcie nieskończoności ma w matematyce doniosłe znaczenie. Jest podstawowym pojęciem w analizie matematycznej. Jego podbudową jest pojęcie liczby nieskończenie wielkiej i nieskończenie małej.

Liczbę nieskończenie wielką określa się w matematyce jako taką liczbę zmienną, która w procesie swojej zmienności, zaczynając od pewnej chwili, może się stać i pozostać bezwzględnie większą od każdej dowolnie obranej dodatniej liczby n. Na przykład, jeżeli n przybiera kolejne wartości 1, 2, 3... to funkcja

$$y = \log_{10} n$$

jest wielkością nieskończenie wielką. Istotnie, y jest większe od 10, gdy n jest większe lub równe 10000000001;

$$y > 100, \text{ gdy } n > 10^{100} + 1;$$
$$y > 1000, \text{ gdy } n > 10^{1000} + 1 \text{ itd.}$$

W nauce o granicach fakt, że y jest liczbą nieskończenie wielką, zapisujemy tak: $\lim y = \infty$

Liczbami nieskończenie małymi nazywamy takie liczby zmienne, które dążą do zera. Inaczej: zmienna y nazywa się nieskończenie małą, jeżeli dla dowolnie obranej małej dodatniej liczby E w toku zmienności y nastaje taki moment, od którego zaczynając bezwzględna wartość y staje się i pozostaje mniejsza od E. Na przykład — jeżeli n przybiera kolejno wartości 1, 2, 3... to wartość $y = \frac{1}{\sqrt{h}}$ jest nieskończenie mała.

Istotnie
y jest mniejsza od 0,1, gdy $n > 100$
y jest mniejsza od 0,1, gdy $n > 10000$
y jest mniejsza od 0,001, gdy $n > 10^6$
i w ogóle

y jest mniejsza od E, gdy $n > \frac{1}{E^2}$

W matematyce rozróżnia się także rząd nieskoczenie malejący.

Jeżeli nieskończenie małe liczby y i z dążą do zera oraz granica stosunku $\frac{z}{y} = 0$ (z i y są zmienne), to z jest zmienną nieskończenie małą wyższego rzędu (szybciej zbliża się do zera).

Jeżeli spośród kilku nieskończenie małych wielkości zmiennych, wielkość y można uważać za główną, z którą porównujemy pozostałe i granica stosunku jednej z nich, np. z do y, równa się liczbie skończonej:

lim = liczbie skończonej,

to mówimy, że liczba z jest nieskończenie mała rzędu k.

Matematycy starożytni i późniejsi aż do stworzenia rachunku różniczkowego wyobrażali sobie wielkości nieskończenie małe jako wielkości stałe. Uważali oni, że wielkości skończone są sumą nieskończonej ilości wielkości nieskończenie małych („niepodzielnych"). Współczesna matematyka pogląd ten odrzuciła. Dziś mówimy: wielkość skończona rozkłada się na nieograniczenie wzrastającą ilość nieograniczenie malejących składników.

Współczesna matematyka do nieograniczonego ciągu liczb naturalnych: 1, 2, 3... dołącza liczbę „niewłaściwą", której symbolem jest ∞ i która posiada nieskończenie wielką wartość bezwzględną. Dla liczb niewłaściwych są ustalone takie prawidła działań:

$\infty + a = \infty$ (gdy a jest liczbą skończoną)
$\infty + \infty$ jest pozbawione sensu,
$\infty \cdot a = \infty$, gdy $a \neq 0$
$\infty \cdot 0$ jest pozbawione sensu.

W wypadku, gdy używamy dwu symboli liczb niewłaściwych: $-\infty$ oraz $+\infty$, stosujemy takie prawidła działań:

$$(+\infty) + a = +\infty$$
$$(-\infty) + a = -\infty$$

$(+\infty) + (-\infty)$ jest pozbawione sensu

$$(+\infty) \cdot a = +\infty, \text{ gdy } a > 0$$
$$(+\infty) \cdot a = -\infty, \text{ gdy } a < 0$$
$$(-\infty) \cdot a = -\infty, \text{ gdy } a > 0$$
$$(-\infty) \cdot a = +\infty, \text{ gdy } a < 0$$

$(+\infty) \cdot 0$ oraz $(-\infty) \cdot 0$ są pozbawione sensu.

Słowo paradoks pochodzi od greckiego słowa „paradokson", które oznacza nieoczekiwane, dziwne zjawisko albo wypowiedź. Paradoksy bywają logiczne, fizyczne, matematyczne i inne. Przykładem paradoksu logicznego może być zdanie: „Wszystko, co powiedziałem, jest kłamstwem". Czy człowiek, który prócz tego zdania nic nie powiedział, powiedział prawdę, czy skłamał? Jeżeli on skłamał, to wszystko, co on powiedział, musi być prawdą. Jeżeli on powiedział prawdę, znaczy się jest prawdą, że on skłamał. Zdanie to wzięte w danych warunkach nie może być zaliczone ani do prawdziwych, ani do kłamliwych, bowiem uznanie jakiegokolwiek zdania za prawdziwe czy kłamliwe ma sens tylko w zastosowaniu do innych różnych od danego zdań.

Znany paradoks sofisty Zenona z Elei tzw. „strzała" (lecąca strzała jest nieruchoma, ponieważ w dowolnym momencie swego lotu znajduje się w ściśle określonym miejscu i określonym czasie, czyli spoczywa „tu" i „teraz") zaistniał wskutek usiłowania wytłumaczenia ruchu w pojęciach nieciągłej przestrzeni i nieciągłego czasu.

Pojęcie możliwej (potencjalnej) podzielności dowolnego odcinka przestrzeni i czasu na nieskończenie wielką liczbę części zastępuje się pojęciem aktualnego podzielenia przestrzeni i czasu na nieskończenie wielką ilość nieskończenie małych (niepodzielnych) cząstek. Tymczasem ruch jest to przejście od jednego punktu do drugiego, a nie suma stanów spoczynku. Paradoks „strzała" nie dowodzi niemożliwości rozważania ruchu, ale dowodzi niemożliwości rozważania ruchu w pojęciu nieciągłej przestrzeni i nieciągłego czasu.

Czytelnicy „Młodego Technika" mieli sposobność rozwiązywania paradoksów zamieszczonych w „Kółku Matematycznym"; przypominamy niektóre z nich:

1. $a = 2a$?

Zakładamy, że $a = b$ i $a \neq o$. Wówczas kolejno mamy:

$$a^2 = ab \text{ albo } a^2 - ab = a^2 - b^2;$$
$$\text{(I)} \quad a(-b) = (a + b)(a - b); \quad a = a + b;$$
$$a = a + a = 2a$$

Skąd mógł powstać taki wynik? Stąd, że nasze rozumowania były tylko pozornie bezbłędne. Błąd popełniliśmy skracając obie strony równości (I) przez $(a - b)$, bowiem według założeń $a = b$, skąd $a - b = 0$.

Dzieliliśmy obie strony równości (I) przez zero.

2. A oto przykład paradoksalnego wniosku, chociaż rozumowanie jest bezbłędne. Paradoks polega na tym, że wniosek jest „sprzeczny z zdrowym rozsądkiem".

Obwód pięciogroszówki = a cm;
„ równika ziemskiego = 4 000 000 000 cm.

Jeżeli promień pięciogroszówki = r, to $a = 2\pi r$; jeżeli promień równika = R, to $4\,000\,000\,000 = 2\pi R$. Dodajmy do $2\pi r$ i do $2\pi R$ po takim samym odcinku: b cm. Wówczas otrzymamy dwie długości:

$(2\pi r \text{ cm} + b \text{ cm})$ i $(2\pi R \text{ cm} + b \text{ cm})$.

Te długości są większe od odpowiednich obwodów pięciogroszówki i równika kuli ziemskiej. Gdybyśmy nićmi o takich długościach opasali odpowiednio pięciogroszówkę i równik, to powstałby luz. Pytanie, w którym wypadku luz jest większy, czy w wypadku pięciogroszówki, czy w wypadku równika. Okazuje się, że w obu wypadkach luz będzie taki sam, a jego wielkość równa się $\frac{b}{2\pi}$ cm. (Dowód patrz w numerze czerwcowym „Młodego Technika" z 1955 r.)

Paradoksalny wynik obliczeń jest trudny do zrozumienia, bo na zdrowy rozsądek przypuszczaliśmy, że w wypadku równika luz będzie znikomo mały, w porównaniu z luzem dokoła pięciogroszówki.

Spis treści

IX. 1955 — XII. 1956

Z HISTORII NAUKI I TECHNIKI

AGROTECHNIKA

ARCHITEKTURA I BUDOWNICTWO

ASTRONOMIA I ASTRONAUTYKA

CHEMIA

ELEKTROTECHNIKA I ELEKTRONIKA

FIZYKA

GÓRNICTWO I HUTNICTWO

MATEMATYKA

TRANSPORT

RÓŻNE

OPOWIADANIA LITERACKIE

KRÓTKI KURS RAKIETOWY

NOWOŚCI TECHNICZNE

CZYTELNICY PYTAJĄ — „MŁODY TECHNIK" ODPOWIADA

NA WARSZTACIE

SZKOŁA WYNALAZCÓW

SPORT I TECHNIKA

LABORATORIUM FIZYCZNE

KĄCIK CHEMICZNY

KÓŁKO MATEMATYCZNE

MŁODY KONSTRUKTOR
(wkładka)

JAK PRACUJE LAMPA ELEKTRONOWA

(objaśnienie do IV str. okładki)

Do przepływu prądu elektrycznego potrzebny jest zawsze p r z e w o d n i k. Prąd bowiem musi „po czymś" płynąć, gdyż istotą prądu elektrycznego jest przepływ wolnych elektronów.

Przez jedne ciała prąd przepływa lepiej, przez inne — gorzej. Są to tzw. złe lub dobre przewodniki. Na przykład dobrymi przewodnikami prądu są metale. Powietrze natomiast bardzo źle przewodzi prąd, a p r ó ż n i a nie przewodzi go wcale. Nie ma w niej nic, a więc i atomów, z których wybite wolne elektrony mogłyby tworzyć przepływ prądu.

Jeżeli wewnątrz bańki szklanej, z której wypompowano powietrze, umieścimy na dwóch przeciwnych końcach blaszki lub druciki (tzw. elektrody) i jedną z nich r o z ż a r z y m y, obojętne w jaki sposób, wówczas zacznie ona wysyłać, czyli emitować w o l n e e l e k t r o n y. Elektrony te poruszają się bezładnie w bańce szklanej tworząc wokół rozżarzonego drucika jakby chmurę (rys. 1 na IV str. okładki).

Jeżeli teraz do elektrody, emitującej elektrony (zwanej k a t o d ą), przyłączymy biegun ujemny źródła prądu, np. baterii akumulatorów, a do elektrody z drugiej strony naszej bańki szklanej (a n o d y) przyłączymy biegun dodatni — wówczas chmura emitowanych elektronów jako ładunków ujemnych, zostanie przyciągnięta przez anodę, naładowaną dodatnio (rys. 2).

Przez powstały w ten sposób strumień elektronów popłynie prąd w obwodzie. Prąd ten nazywamy prądem a n o d o w y m (nie mylić z katodą, która ma osobne napięcie żarzenia potrzebne do rozgrzania jej do temperatury, w której elektrony zaczynają się wydzielać).

Lampa, mająca dwie elektrody (katodę i anodę), nosi nazwę d i o d y. Jednym z jej zadań jest prostowanie prądu.

Wiemy, że prąd, np. w sieci oświetleniowej, dostarczany z elektrowni do naszych mieszkań, nie jest prądem stałym, lecz z m i e n n y m. Prąd zmienny, w przeciwieństwie do prądu stałego, zmienia swój kierunek nieustannie, np. 100 razy na sekundę. Znaczy to, że jeśli chcielibyśmy ustalić jego kierunek, to znaczy „zobaczyć", który przewód kontaktu jest „ujemny" a który „dodatni" i przyłożylibyśmy wzdłuż jednego przewodu ceweczkę z umieszczonym wewnątrz kompasem, wskazówka kompasu zaczęłaby przesuwać się tak szybko z jednej strony na drugą, że nie nadążylibyśmy śledzić jej wzrokiem. Każdy bowiem przewód staje się raz ujemny, raz dodatni z szybkością 100 razy na sekundę (rys. 3).

Do otrzymania prądu stałego, tj. prądu o stale jednakowym kierunku, służą właśnie między innymi d i o d y.

Rozpatrzmy pracę diody. W tym celu w jej obwód włączamy prąd zmienny z sieci. W pierwszej fazie nastąpi moment, gdy ładunki ujemne znajdą się na rozżarzonej katodzie. Rozgrzane włókno katody wytwarza wokół siebie chmurę ujemnie naładowanych elektronów. W tym samym czasie anoda jest naładowana dodatnio i przyciąga do siebie tę chmurę. Tworzy się wówczas nieprzerwany, pędzący strumień elektronów — prąd elektryczny (rys. 4a). Ale to trwało moment. Zaledwie 1/100 sek. Prąd w sieci zmienił kierunek i zamiast ładunku dodatniego, na anodzie jest już ładunek ujemny (rys. 4b). Ładunek ujemny działa odpychająco na chmurę elektronów (ładunków też ujemnych), wytwarzaną przez rozżarzoną katodę, w myśl prawa, że znaki jednakowe odpychają się, a tylko przeciwne przyciągają. W tym wypadku prąd nie płynie. Gdy kierunek w sieci się zmieni i anoda dostanie swój ładunek dodatni, wtedy prąd popłynie znów.

Wykres prądu płynącego przez diodę pokazuje rys. 5. Dolne połówki są „obcięte". Są to te momenty, w których prąd nie może płynąć wskutek wprowadzenia na anodę ładunku ujemnego.

Inne lampy elektronowe mają jeszcze jedną elektrodę. Jest nią s i a t k a s t e r u j ą c a.

Siatkę ustawia się na drodze przepływu elektronów z katody do anody.

Załóżmy, że przez taką lampę przepływa prąd stały, anodowy o napięciu np. 100 V (prąd stały może być dostarczany z baterii akumulatorów lub przez układ prostowniczy z diodą). Gdy na drodze elektronów nie ma przeszkód, płyną one równym, nieprzerwanym strumieniem do anody, a włączony w obwód amperomierz wskazuje cały czas równomiernie płynący prąd o wielkości np. 0,01 A (rys. 6).

Wstawmy teraz między anodę i katodę siatkę metalową z przyłożonym do niej jakimś napięciem, np. 2 V. Napięcie to uzyskamy z bateryjki dwuwoltowej włączonej w obwód.

Bardzo ważną jest rzeczą, który biegun bateryjki, ujemny czy dodatni, połączymy z siatką sterującą. Załóżmy, że łączymy wprzód biegun ujemny. Co się dzieje? Nasz amperomierz drgnął i strzałka w nim opadła do 0,005 A (rys. 7). A więc w obwodzie popłynął prąd o połowę słabszy niż poprzednio. Wygląda więc na to, że to nasz dwuwoltowy obwodzik ma jakiś wpływ na znacznie silniejszy prąd anodowy.

A spróbujmy odwrotnie. Na siatkę sterującą włączamy „plus" bateryjki (rys. 8). Tym razem amperomierz wychyli się w przeciwną stronę, wykazując wzrost prądu anodowego — 0,015 A. Rozpatrzmy szczegółowo to zjawisko. Jeżeli na siatkę przyłożymy biegun ujemny bateryjki, wówczas w myśl prawa, że znaki jednakowe odpychają się, a przeciwne przyciągają ładunki ujemne — elektrony, pędzące z katody, spotykają na siatce również ładunek ujemny i jakby „cofną się" z powrotem do katody. Oczywiście nie wszystkie. Część ich przez otwory w siatce dostanie się do anody i w obwodzie popłynie prąd dużo słabszy. I odwrotnie, gdy siatka będzie miała w stosunku do katody znak „plus", wówczas przyciągać będzie do siebie elektrony i te ze zdwojoną siłą uderzą w anodę. Nabierają one bowiem dużych szybkości, a że siatka jest stosunkowo rzadka, więc mijają ją i pędzą do anody.

Im bliżej znajduje się siatka katody, tym mniejszym napięciem można wpływać na zmiany prądu w obwodzie anodowym.

Teraz zapewne już rozumiemy, na czym polega praca lampy wzmacniającej, jaką jest trioda.

Otóż, zależnie od tego, jakie napięcie będziemy przykładać na siatkę sterującą lampy, zmieniać się będzie proporcjonalnie duże natężenie prądu anodowego. Wynika stąd ważny wniosek, że m a ł e z m i a n y n a p i ę c i a n a s i a t c e powodują d u ż e z m i a n y p r ą d u a n o d o w e g o.

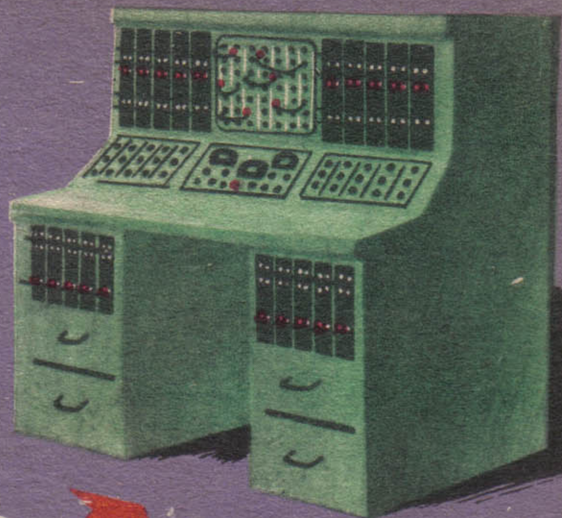
Lampy elektronowe są podstawowymi elementami telewizji, radia, radaru, maszyn elektronowych do liczenia, generatorów ultradźwiękowych (echosondy), aparatów do nagrywania dźwięków i obrazów, urządzeń do zdalnego sterowania, urządzeń podających dane z radiosond meteorologicznych itp., itp.

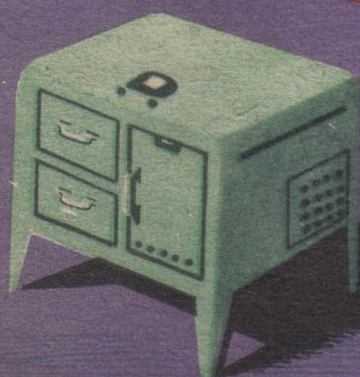


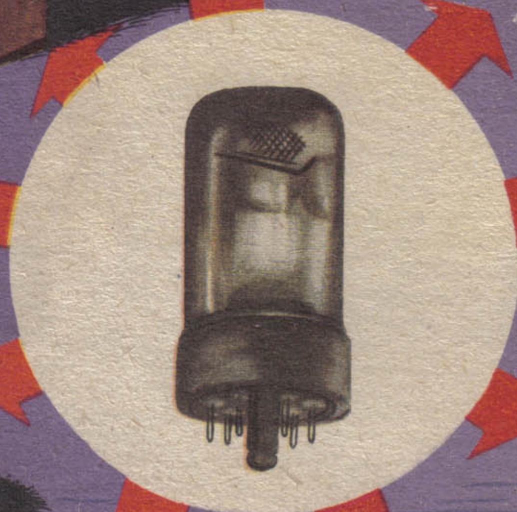
„Młodego Technika" wydaje Państwowe Wydawnictwo Literatury Dziecięcej „Nasza Księgarnia". Redaguje Zespół. Adres Redakcji: Warszawa, ul. Spasowskiego 4. Telefony: redaktor — 626-27, sekretariat — 624-31 do 36, wewn. 47 i 42. Nie zamówionych artykułów Redakcja nie zwraca. Prenumerata kwartalna: 7,50 zł, półroczna: 15 zł, roczna: 30 zł. Zamówienia i przedpłaty na prenumeratę przyjmują placówki pocztowe i listonosze. W miastach powiatowych i wojewódzkich „Młodego Technika" można nabywać również w kioskach i sklepach „Ruchu". Reklamacje w sprawie prenumeraty należy kierować do listonosza lub do placówki pocztowej, gdzie się prenumeratę wpłaciło. Dawne numery pisma są do nabycia w PPK „Ruch" w Warszawie: ul. Puławska 108 i ul. Wiejska 14. Zamówienia spoza Warszawy przyjmuje Biuro Wysyłkowe „Ruchu". Warszawa, ul. Srebrna 12.

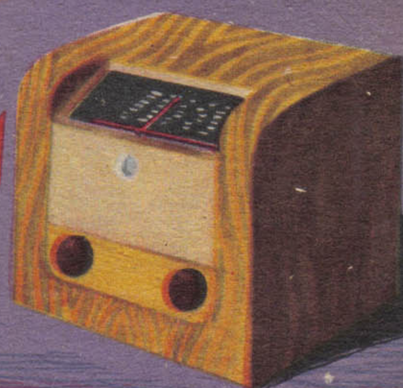
Nakład 70.225. Ark. drud. 6. Papier druk. sat. V, 70 g, 86 × 122/16. Oddano do skład. 2.XI.56 r. Podpisano do druku 30.XI.56 r. Druk ukończ. 19.XII.56 r. Drukarnia im. Rewolucji Październikowej, Warszawa. Zam. 1602/56. B-11

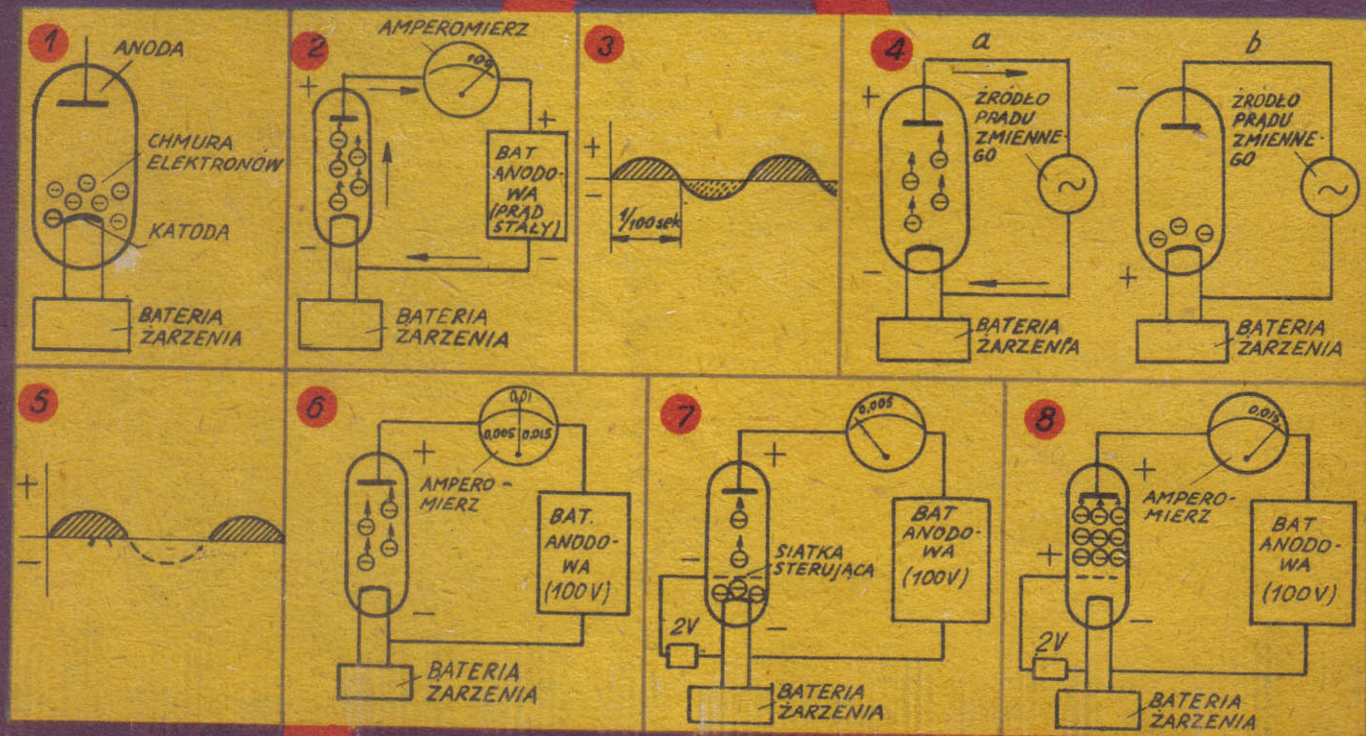











1
ANODA
CHMURA ELEKTRONÓW
KATODA
BATERIA ŻARZENIA
2
AMPEROMIERZ
100
BAT ANODOWA (PRĄD STAŁY)
BATERIA ŻARZENIA
3
1/100 sek
4
a
ŹRÓDŁO PRĄDU ZMIENNEGO
BATERIA ŻARZENIA
b
ŹRÓDŁO PRĄDU ZMIENNEGO
BATERIA ŻARZENIA
5
6
0,01
0,005
0,015
AMPEROMIERZ
BAT. ANODOWA (100V)
BATERIA ŻARZENIA
7
0,005
SIATKA STERUJĄCA
BAT ANODOWA (100V)
2V
BATERIA ŻARZENIA
8
0,015
AMPEROMIERZ
BAT ANODOWA (100V)
2V
BATERIA ŻARZENIA